

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ QUỐC PHÒNG

HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ

Nguyễn Văn Chình

**PHÂN TÍCH ĐỘNG LỰC HỌC CÔNG TRÌNH BIÊN CỐ ĐỊNH
TRÊN NỀN SAN HỒ CHỊU TÁC DỤNG
CỦA TẢI TRỌNG SÓNG VÀ GIÓ**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Hà Nội - 2013

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ QUỐC PHÒNG

HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ

Nguyễn Văn Chinh

**PHÂN TÍCH ĐỘNG LỰC HỌC CÔNG TRÌNH BIẾN CỐ ĐỊNH
TRÊN NỀN SAN HỒ CHỊU TÁC DỤNG
CỦA TẢI TRỌNG SÓNG VÀ GIÓ**

Chuyên ngành: Cơ học vật thể rắn

Mã số: 62.44.21.01

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Người hướng dẫn khoa học:

1. PGS.TS Nguyễn Thái Chung

2. GS.TS Hoàng Xuân Lượng

Hà Nội - 2013

LỜI CAM ĐOAN

Tôi là Nguyễn Văn Chình, tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu, kết quả trong luận án là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào.

Tác giả

Nguyễn Văn Chình

LỜI CẢM ƠN

Tác giả luận án xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành đối với PGS.TS Nguyễn Thái Chung, GS.TS. NGUYỄN Hoàng Xuân Lượng và cố PGS.TS Đỗ Anh Cường đã tận tình hướng dẫn, giúp đỡ và cho nhiều chỉ dẫn khoa học có giá trị, giúp cho tác giả hoàn thành luận án này. Tác giả trân trọng sự động viên, khuyến khích và những kiến thức khoa học cũng như chuyên môn mà tập thể hướng dẫn đã chia sẻ cho tác giả trong nhiều năm qua, giúp cho tác giả nâng cao năng lực, phương pháp nghiên cứu khoa học.

Tác giả trân trọng cảm ơn tập thể Bộ môn Cơ học vật rắn, Khoa Cơ khí, Phòng Sau đại học - Học viện Kỹ thuật quân sự đã tạo mọi điều kiện thuận lợi cho tác giả trong quá trình nghiên cứu. Tác giả xin trân trọng cảm ơn GS.TSKH. NGUYỄN Đào Huy Bích - Đại học Quốc gia Hà Nội, GS.TSKH Nguyễn Đông Anh - Viện Cơ học Việt Nam, GS.TSKH Nguyễn Tiến Khiêm - Viện Cơ học Việt Nam, PGS.TSKH Đỗ Sơn - Viện Cơ học Việt Nam, GS.TS Nguyễn Mạnh Yên - Đại học Xây dựng Hà Nội, PGS.TS Đào Như Mai - Viện Cơ học Việt Nam đã cung cấp cho tác giả nhiều tài liệu quý hiếm, các kiến thức khoa học hiện đại và nhiều lời khuyên bổ ích, có giá trị.

Cuối cùng, tác giả xin bày tỏ lòng cảm ơn đối với những người thân trong gia đình đã thông cảm, động viên và chia sẻ những khó khăn với tác giả trong suốt thời gian làm luận án.

Tác giả

MỤC LỤC

Lời cam đoan	i
Mục lục	iii
Danh mục các ký hiệu, các chữ viết tắt	vii
Danh mục các bảng	x
Danh mục các hình vẽ, đồ thị	xii
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU.....	6
1.1. Tổng quan về san hô và nền san hô.....	6
1.2. Tổng quan về công trình biển và tải trọng tác dụng lên công trình biển	8
1.2.1. Tổng quan về công trình biển.....	8
1.2.2. Tổng quan về tải trọng tác dụng lên công trình biển	12
1.2.2.1. Tải trọng sóng biển.....	12
1.2.2.2. Tải trọng gió.....	15
1.3. Tổng quan về tính toán công trình biển.....	17
1.4. Các kết quả nghiên cứu đạt được từ các công trình đã công bố	23
1.5. Các vấn đề cần tiếp tục nghiên cứu	24
1.6. Các kết luận rút ra từ tổng quan	24
CHƯƠNG 2: PHÂN TÍCH ĐỘNG LỰC HỌC CÔNG TRÌNH BIỂN CỐ ĐỊNH CHỊU TÁC DỤNG CỦA TẢI TRỌNG SÓNG VÀ GIÓ	25
2.1. Đặt vấn đề	25
2.2. Giới thiệu bài toán và các giả thiết	26
2.3. Cơ sở phương pháp PTHH phân tích động lực học công trình biển cố định chịu tác dụng của sóng và gió, quan niệm kết cấu và nền không tương tác	27
2.3.1. Các hệ thức biểu diễn mối tương quan trong PTHH	28
2.3.2. Xây dựng véc tơ tải trọng phần tử do sóng và gió gây ra.....	30

2.3.2.1. Véc tơ tải trọng do sóng biển tác dụng lên phần tử thanh	30
2.3.2.2. Véc tơ tải trọng do gió tác dụng lên phần tử thanh.....	34
2.3.3. Phương trình chuyển động của phần tử trong hệ toạ độ cục bộ.....	36
2.3.4. Phương trình chuyển động của phần tử trong hệ toạ độ tổng thể	36
2.3.5. Ghép nối các ma trận phần tử vào ma trận chung của toàn hệ	37
2.3.6. Phương trình chuyển động của toàn hệ	37
2.4. Thuật toán giải phương trình chuyển động của hệ	39
2.5. Chương trình tính và kiểm tra độ tin cậy của chương trình.....	44
2.5.1. Chương trình tính	44
2.5.2. Kiểm tra độ tin cậy của chương trình.....	45
2.6. Kết luận chương 2	47
CHƯƠNG 3: PHÂN TÍCH ĐỘNG LỰC HỌC CÔNG TRÌNH BIÊN CỐ ĐỊNH CHỊU TÁC DỤNG CỦA TẢI TRỌNG SÓNG, GIÓ VÀ TƯƠNG TÁC VỚI NỀN SAN HỒ.....	48
3.1. Đặt vấn đề	48
3.2. Giới thiệu bài toán và các giả thiết.....	49
3.3. Cơ sở phương pháp PTHH phân tích động lực học công trình biên cố định chịu tác dụng của tải trọng sóng, gió và tương tác với nền san hồ	51
3.3.1. Các hệ thức đối với phần tử thuộc nền.....	51
3.3.1.1. Phần tử tứ giác biến dạng phẳng có bốn điểm nút.....	51
3.3.1.2. Phần tử tam giác biến dạng phẳng có ba điểm nút	53
3.3.1.3. Quan hệ biến dạng – chuyển vị	55
3.3.1.4. Ma trận độ cứng của phần tử.....	56
3.3.1.5. Ma trận khối lượng và ma trận cản nhớt phần tử.....	56
3.3.1.6. Véc tơ tải trọng nút.....	57

3.3.1.7. Véc tơ nội lực nút.....	57
3.3.2. Các hệ thức trong phần tử tiếp xúc.....	58
3.3.3. Phương trình chuyển động của toàn hệ	65
3.4. Thuật toán giải hệ phương trình vi phân chuyển động của hệ.....	66
3.5. Chương trình tính và kiểm tra độ tin cậy của chương trình.....	72
3.5.1. Chương trình tính	72
3.5.2. Kiểm tra độ tin cậy của chương trình.....	72
3.6. Kết luận chương 3	74
CHƯƠNG 4: KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ THÔNG SỐ ĐẾN PHẢN ỨNG ĐỘNG CỦA CÔNG TRÌNH BIÊN CỐ ĐỊNH CHỊU TÁC DỤNG CỦA TẢI TRỌNG SÓNG VÀ GIÓ	75
4.1. Đặt vấn đề	75
4.2. Bài toán xuất phát.....	75
4.2.1. Bài toán 1: Phân tích động lực học công trình biên cố định chịu tác dụng của tải trọng sóng và gió	75
4.2.2. Bài toán 2: Phân tích động lực học công trình biên cố định chịu tác dụng của tải trọng sóng, gió và tương tác với nền san hô	81
4.3. Khảo sát ảnh hưởng của một số thông số đến phản ứng động của hệ.....	86
4.3.1. Ảnh hưởng của mô hình tính.....	86
4.3.2. Ảnh hưởng của tải trọng tác dụng	90
4.3.3. Ảnh hưởng của vật liệu kết cấu	93
4.3.3.1. Ảnh hưởng của mô đun đàn hồi cọc chính	93
4.3.3.2. Ảnh hưởng của mô đun đàn hồi cọc phụ.....	97
4.3.4. Ảnh hưởng của kích thước cọc chính.....	101
4.3.4.1. Ảnh hưởng của đường kính ngoài cọc chính.....	101
4.3.4.2. Ảnh hưởng của chiều dày thành ống cọc chính.....	105

4.3.5. Ảnh hưởng của kích thước thanh giằng.....	109
4.3.5.1. Ảnh hưởng của đường kính ngoài thanh giằng	109
4.3.5.2. Ảnh hưởng của chiều dày thành ống thanh giằng	113
4.3.6. Ảnh hưởng của chiều sâu ngàm	117
4.3.7. Ảnh hưởng của nền san hô	120
4.3.7.1. Ảnh hưởng của mô đun đàn hồi lớp nền trên cùng.....	120
4.3.7.2. Ảnh hưởng của mô đun đàn hồi lớp nền thứ hai	122
4.3.8. Ảnh hưởng của chiều sâu cọc chính trong nền.....	124
4.4. Kết luận chương 4	127
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	128
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ.....	130
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	131
PHỤ LỤC.....	139

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT

1. Danh mục các ký hiệu

1.1. Các ký hiệu bằng chữ La tinh

a_w	Độ cao đỉnh sóng so với mực nước tĩnh,
a_{wx}, a_{wy}	Gia tốc sóng theo phương ngang, phương đứng,
$[B]_e$	Ma trận quan hệ biến dạng – chuyển vị,
$[B]_{se}$	Ma trận quan hệ biến dạng – chuyển vị của PTTX,
$[C]_e, [C]$	Ma trận cản phần tử, ma trận cản của kết cấu,
C	Lực dính đơn vị của vật liệu PTTX,
C_D	Hệ số lực cản,
C_1	Hệ số lực quán tính,
C_w	Tốc độ truyền sóng,
C_{p0}	Hệ số áp lực gió,
c_x, c_y	Các cosin chỉ phương,
d_w	Độ sâu mực nước tĩnh,
$[D]$	Ma trận quan hệ ứng suất – biến dạng,
$[D]_{se}$	Ma trận quan hệ ứng suất – biến dạng PTTX,
E	Môđun đàn hồi của vật liệu,
F	Diện tích mặt cắt ngang phần tử thanh dầm,
f_{ms}	Hệ số ma sát,
$\{F\}_e$	Véc tơ tải trọng quy nút của phần tử,
$\{g\}$	Véc tơ lực thể tích,
H_w	Chiều cao sóng,
J_z	Mômen quán tính của mặt cắt ngang đối với trục z,
$[K]_e$	Ma trận độ cứng phần tử,
$[K]_{se}$	Ma trận độ cứng PTTX,
$[K]^*$	Ma trận độ cứng hiệu quả,
k_w	Số sóng,
k_n, k_s	Độ cứng pháp tuyến, tiếp tuyến của PTTX,

L	Chiều dài phần tử thanh dầm,
L_w	Chiều dài bước sóng,
$[M]_e$	Ma trận khối lượng phần tử,
$[N]_e$	Ma trận các hàm dạng của phần tử,
$\{P_g\}$	Véc tơ tải trọng phần tử do lực khối,
$p(t)$	Áp lực gió,
$\{p_n\}$	Véc tơ tải trọng sóng phân bố trên một đơn vị chiều dài thanh,
q	Tải trọng phân bố theo chiều dài,
T_w	Chu kỳ sóng,
U_{win}	Tốc độ gió,
u_w, v_w	Vận tốc sóng theo phương ngang, phương đứng,
U_{nx}	Cường độ vận tốc sóng theo phương ngang,
U_{ny}	Cường độ vận tốc sóng theo phương đứng,
$\{u\}$	Véc tơ chuyển vị tại một điểm thuộc phần tử,
$\{u\}_e$	Véc tơ chuyển vị nút của phần tử,
u, v	Chuyển vị kết cấu theo phương ngang và đứng,
\dot{u}, \dot{v}	Vận tốc chuyển vị kết cấu theo phương ngang, phương đứng,
\ddot{u}, \ddot{v}	Gia tốc chuyển vị kết cấu theo phương ngang, phương đứng,
$\{R^*\}$	Véc tơ tải trọng hiệu quả,
V_x, V_y	Vận tốc sóng theo phương x và y
V_e	Thể tích phần tử,
$S_{\eta\eta}$	Phổ độ cao mặt sóng,

1.2. Các ký hiệu bằng chữ Hy Lạp

α, δ	Các tham số trong tích phân Newmark,
α_r, β_r	Các hằng số cản Rayleigh,
Δt	Bước thời gian tích phân,
$\{\delta\}$	Véc tơ chuyển vị nút phần tử tiếp xúc,
ω_i, ω_j	Các tần số dao động riêng,