

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
VIỆN CƠ HỌC

TRƯƠNG QUỐC BÌNH

XÁC ĐỊNH MỐI QUAN HỆ GIỮA CÁC THÔNG SỐ
ĐỘNG LỰC HỌC CỦA HỆ RUNG LÀM TĂNG ĐỘ BỀN
ĐỘ CHỐNG THÂM CỦA MÁNG XI MĂNG LƯỚI THÉP

LUẬN ÁN TIẾN SĨ CƠ HỌC

HÀ NỘI 2014

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
VIỆN CƠ HỌC

TRƯƠNG QUỐC BÌNH

**XÁC ĐỊNH MỐI QUAN HỆ GIỮA CÁC THÔNG SỐ
ĐỘNG LỰC HỌC CỦA HỆ RUNG LÀM TĂNG ĐỘ BỀN
ĐỘ CHỐNG THÂM CỦA MÁNG XI MĂNG LƯỚI THÉP**

Chuyên ngành: Cơ kỹ thuật

Mã số : 62 52 01 01

LUẬN ÁN TIẾN SĨ CƠ HỌC

Người hướng dẫn: PGS.TS. Trần Văn Tuấn

HÀ NỘI 2014

LỜI CAM ĐOAN

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

Tác giả luận án

Trương Quốc Bình

LỜI CẢM ƠN

Tác giả xin chân thành cảm ơn PGS.TS Trần Văn Tuấn- Trường Đại học Xây dựng đã tận tình hướng dẫn giúp đỡ tác giả hoàn thành luận án này.

Tác giả xin chân thành cảm ơn GS.TSKH Nguyễn Cao Minh- Viện Cơ học- Viện Hàn Lâm Khoa học Việt Nam, đã có nhiều ý kiến đóng góp cho luận án.

Tác giả xin chân thành cảm ơn các nhà khoa học đã cho những lời khuyên, những đóng góp quý báu.

Tác giả xin chân thành cảm ơn Ban Giám đốc, phụ trách cơ sở đào tạo của Viện Cơ học- Viện Hàn lâm khoa học và Công nghệ Việt Nam đã tạo mọi điều kiện thuận lợi để hoàn thành luận án.

Tác giả xin chân thành cảm ơn Ban Giám Hiệu, khoa Công trình, các thầy giáo, cô giáo bộ môn Kết cấu công trình-Trường Đại học Thủy lợi đã tạo điều kiện thuận lợi cho tác giả trong suốt quá trình làm luận án.

Tác giả chân thành cảm ơn Công ty CMC và Trường Đại học Xây dựng, đã tạo điều kiện thuận lợi về cơ sở mặt bằng, trang thiết bị để thực hiện nội dung chế tạo mô hình bàn rung theo 2 phương của luận án.

Tác giả xin chân thành cảm ơn cán bộ và nhân viên Phòng thí nghiệm Vật liệu Xây dựng và Sức bền vật liệu trường Đại học Thủy lợi đã giúp đỡ thí nghiệm kết cấu và vật liệu trong quá trình thực hiện các thí nghiệm phục vụ luận án..

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU	5
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ	8
DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU	11
MỞ ĐẦU	13
CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN CẦU MÁNG XI MĂNG LƯỚI THÉP VỎ MỎNG VÀ CÔNG NGHỆ RUNG CHẾ TẠO CẦU MÁNG XMLT	20
1.1. Kết cấu XMLT vỏ mỏng	20
1.2. Ứng dụng kết cấu xi măng lưới thép	21
1.3. Cầu máng XMLT.....	23
1.3.1 Khái quát chung.....	23
1.3.2 Dạng mặt cắt thân máng	24
1.3.3 Phân tích về cường độ cầu máng XMLT	28
1.3.4 Phân tích về độ chống thấm của cầu máng XMLT	30
1.4. Một số công nghệ chế tạo kênh, cầu máng XMLT	32
1.4.1 Chế tạo bằng thủ công.....	32
1.4.2 Chế tạo bằng vữa tự lên	32
1.4.3 Chế tạo bằng phương pháp phun	32
1.4.4 Chế tạo bằng phương pháp rung.....	33
1.5. Một số tính chất lưu biến ảnh hưởng độ rung lên chặt bê tông.....	34
1.5.1 Sự điều chỉnh hỗn hợp.....	34
1.5.2 Tính đồng nhất.....	36
1.5.3 Độ cứng và sự cứng hóa.....	37
1.5.4 Hình dạng cốt liệu và cách cấu tạo của chúng	37
1.5.5 Cấp phối hạt	37
1.5.6 Phụ gia.....	38
1.5.7 Kết luận về ảnh hưởng của lưu biến đến rung lên chặt bê tông.	38
1.6. Rung lên chặt hỗn hợp bê tông.....	39
1.6.1 Giới thiệu chung	39
1.6.2 Phân tích cơ kết đầm chặt của quá trình rung	40
1.6.3 Ảnh hưởng của rung đầm chặt đến cường độ của bê tông	43
1.6.4 Ảnh hưởng của rung đầm chặt đến độ chống thấm của bê tông.....	44
1.6.5 Dao động của hệ kích rung bằng khối lệch tâm để đúc cầu mángXMLT ..	45
1.7. Nhận xét và kết luận chương 1	47
CHƯƠNG 2 NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ MÁY RUNG CỘNG HƯỞNG THEO HAI PHƯƠNG CHẾ TẠO CẦU MÁNG XI MĂNG LƯỚI THÉP.....	50
2.1. Nghiên cứu bản chất của quá trình rung 2 phương chế tạo cầu kiện XMLT	50
2.1.1 Quá trình tuyến tính hóa ma sát và chuyển động của hỗn hợp bê tông trong mặt phẳng có ma sát.	50
2.1.2 Rung 2 phương cộng hưởng theo phương ngang.....	51
2.2. Phương trình dao động của hệ kích rung bằng khối lệch tâm	51

2.2.1	Mô hình động lực học máy rung theo 2 phương	51
2.2.2	Hệ phương trình dao động và lời giải:	52
2.3	Chọn sơ bộ một số thông số của máy rung	55
2.3.1	Xác định các thông số cơ bản của cơ cấu gây rung, hệ thống lò xo	57
2.3.2	Xác định các thông số biên độ, vận tốc, gia tốc theo phương ngang OX	60
2.3.3	Xác định các thông số biên độ, vận tốc, gia tốc theo phương đứng OY	64
2.4	Khảo sát các mối quan hệ của biên độ, tần số, thời gian rung khi đúc cầu máng XMLT ảnh hưởng độ bền nén, độ chông thấm của kết cấu	68
2.4.1	Khảo sát hàm biên độ	69
2.4.2	Vận tốc	75
2.4.3	Gia tốc	79
2.4.4	Sơ đồ quy trình tính toán có trợ giúp của máy tính	82
2.4.5	Mô hình 3D của máy rung theo 2 phương chế tạo cầu máng XMLT	84
2.4.6	Công suất động cơ gây rung	85
CHƯƠNG 3 CHẾ TẠO MÁY RUNG 2 PHƯƠNG VÀ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM		88
3.1	Thiết kế chế tạo mới mô hình máy rung hai phương	89
3.1.1	Phân tích về đồng dạng của mô hình và máy thực	89
3.1.2	Chế tạo máy rung 2 phương	93
3.1.3	Tính toán xác định và lựa chọn các thông số cơ bản của máy rung	97
3.1.4	Thí nghiệm kiểm chứng các thông số cơ bản của máy rung mô hình	117
3.2	Chế tạo các mẫu bê tông tiêu chuẩn bằng các máy rung một phương và hai phương	122
3.2.1	Giới thiệu thiết bị thí nghiệm	122
3.1.2	Đúc mẫu trên các máy rung một và hai phương	122
3.3	Kết quả nén các mẫu bê tông và đo độ thấm	123
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ		128
KIẾN NGHỊ		129
ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN		130
DANH MỤC CÔNG TRÌNH		131
ĐÃ CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ		131
TÀI LIỆU THAM KHẢO		132

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU

Ký hiệu	Giải thích	Đơn vị
A_1	Diện tích mặt cắt mẫu	m^2
A	Biên độ dao động	m
b_x, b_y	Hệ số giảm chấn	$N.s/m$
B_x, B_y	Độ cứng uốn	$N.m^2$
$B_{đm}$	Bề rộng đáy máng	m
$\sum C_x^{tt}, \sum C_y^{tt}$	Tổng độ cứng tính toán của máy rung theo phương Ox và Oy	N/m
C_x, C_y	Tổng độ cứng thực của máy rung theo phương Ox và Oy	N/m
C_{ox}^t, C_{oy}^t	Độ cứng của 1 lò xo thực theo phương Ox và Oy	N/m
$\sum C_{ox}^{tt}, \sum C_{oy}^{tt}$	Tổng độ cứng tính toán của các lò xo theo phương Ox và Oy	N/m
$\sum C_{ox}^t, \sum C_{oy}^t$	Tổng độ cứng của các lò xo thực theo phương Ox và Oy	N/m
$C_{xtt}^{1lx(y)}$	Độ cứng tính toán của 1 lò xo đứng tác dụng lên phương Ox	N/m
$C_{ytt}^{1lx(x)}$	Độ cứng tính toán của 1 lò xo ngang tác dụng lên phương Oy	N/m
$C_y^{1lx(x)}$	Độ cứng của 1 lò xo thực phương Ox tác dụng lên phương Oy	N/m
$C_x^{1lx(y)}$	Độ cứng của 1 lò xo thực phương Oy tác dụng lên phương Ox	N/m
$\sum C_{ytt}^{lx(x)}$	Tổng độ cứng tính toán của các lò xo theo phương Ox tác dụng lên phương Oy	N/m
$\sum C_{xtt}^{lx(y)}$	Tổng độ cứng tính toán của các lò xo theo phương Oy tác dụng lên phương Ox	N/m
d_x, d_y	Đường kính sợi lò xo ngang và lò xo đứng	m
$D_{n(x)}, D_{n(y)}$	Đường kính ngoài lò xo theo phương Ox và Oy	m
$D_{tb(x)}, D_{tb(y)}$	Đường kính trung bình lò xo theo phương Ox và Oy	m
D_o	Đường kính trong của lòng máng nửa tròn	m
e_{kn}	Hệ số kinh nghiệm	
E	Mô đun đàn hồi	N/m^2
F_a	Biên độ lực kích rung	N
F_{bt}	Trọng lượng bản thân của khối lượng tham gia dao động	N
$F_{xiết(x)}$	Lực xiết 1 lò xo theo phương Ox	N
$F_{xiết(y)}$	Lực xiết 1 lò xo theo phương Oy	N
F_x, F_y	Lực tác dụng lên 1 lò xo Ox và 1 lò xo Oy	N

g	Gia tốc trọng trường	m/s^2
G	Mô đun đàn hồi trượt của vật liệu làm lò xo	N/m^2
h_x, h_y	Hệ số cản dao động theo phương Ox và Oy	1/s
h_{tm}	Chiều cao thành máng	m
h_1	Chiều cao từ tâm cung tròn đáy máng đến đường mặt nước	m
h_2	Chiều cao từ mặt nước đến đường trục thanh giằng ngang	m
H	Chiều sâu cột nước tính toán	m
ΔH	Độ cao vượt an toàn để tránh nước trào khi có sóng gió	m
I	Mômen quán tính	m^4
k	Hệ số kể đến ảnh hưởng của lượng bê tông tham dao động	
L_{ox}, L_{oy}	Chiều dài tự nhiên của lò xo phương Ox và Oy	m
L_x, L_y	Chiều dài làm việc của lò xo theo phương Ox và Oy	m
L	Chiều dài của một nhịp máng	m
m_o	Khối lượng của quả văng kích rung	Kg
$m_o r$	Mômen tĩnh của quả văng kích rung	Kg.m
m_{bt}	Tổng khối lượng bê tông	kg
m_x, m_y	Số lượng lò xo phương Ox và Oy	Chiếc
M	Tổng khối lượng tham gia dao động	kg
M_u	Mômen uốn	N.m
N	Lực dọc	N
n_{dc}	Tốc độ quay của động cơ	vòng/phút t
n_x, n_y	Số vòng làm việc của lò xo phương Ox và Oy	vòng
P_{th}	Áp lực thấm	at
P	Áp lực thủy động	kN/m^2
p_n	Áp lực nước	Mpa
Q	Lực cắt	N
q	Trọng lượng bản thân của máng	kN
R_n	Cường độ chịu nén của bê tông	MPa
R	Bán kính trung bình của cung tròn đáy máng	m
R_o	Bán kính trong của cung tròn đáy máng	m
R_l	Bán kính ngoài của cung tròn đáy máng	m
S_x, S_y	Độ cứng trượt của lò xo phương Ox và Oy	N
ν	Hệ số Poisson (Hệ số co dãn ngang)	
t	Thời gian	s
t_{tm}	Bề dày thành máng	m
V_{ax}, V_{ay}	Biên độ vận tốc phương Ox và Oy	mm/s

X_a, Y_a	Biên độ dao động theo phương Ox và Oy	mm
X_a^{tt}, Y_a^{tt}	Biên độ dao động tính toán phương Ox và Oy	mm
X_a^t, Y_a^t	Biên độ dao động thực phương Ox và Oy	mm
$\Delta X_{\text{xiết}}$	Độ biến dạng của lò xo Ox khi xiết	m
$\Delta Y_{\text{xiết}}$	Độ biến dạng của lò xo Oy khi xiết	m
\ddot{X}_a, \ddot{Y}_a	Biên độ gia tốc theo phương Ox và Oy	m/s^2
ω	Tần số dao động	rad/s
ω_{lv}	Tần số góc làm việc	rad/s
ω_{ox}, ω_{oy}	Tần số dao động riêng theo phương Ox và Oy	rad/s
φ_x, φ_y	Góc lệch pha giữa lực kích rung và dịch chuyển theo phương Ox và Oy	rad
η	Độ nhớt động lực của chất lỏng	Ns/m^2
γ	Trọng lượng riêng của nước	kN/m^3
τ	Lực cắt không cân bằng	kN
$\Delta_{1\tau}$	Chuyển vị ngang tại tai máng do τ sinh ra	m

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1.1 Thuyền XMLT đầu tiên trên thế giới của J. L. Lambot (Pháp, 1848) ..	20
Hình 1.2 Hệ thống kênh XMLT (Tỉnh An Giang)	23
Hình 1.3 Cầu máng xi măng lưới thép	24
Hình 1.4 Các dạng mặt cắt ngang thân máng	25
Hình 1.5 Đoạn kênh máng	25
Hình 1.6 Máng có mặt cắt chữ nhật	26
Hình 1.7 Mặt cắt ngang máng	27
Hình 1.8 Mô phỏng tính toán bằng phần mềm Sap 2000	29
Hình 1.9 Biểu đồ ứng suất	29
Hình 1.10 Quan hệ cường độ bê tông chịu uốn và kéo vào cường độ chịu nén	36
Hình 1.11 Quan hệ giữa cường độ bê tông đông cứng và gia tốc máy rung với các tỷ lệ N/X khác nhau của hỗn hợp	43
Hình 1.12 Quan hệ hệ số thấm và thể tích lỗ rỗng macro	44
Hình 1.13 Mô hình rung theo phương đứng	45
Hình 2.2. Mô hình máy rung theo 2 phương.	51
Hình 2.3 Máng mặt cắt chữ nhật	55
Hình 2.4. Đồ thị hàm số $X_a(\omega)$ và $Y_a(\omega)$	70
Hình 2.5. Đồ thị hàm số $X_a(h_x)$, $Y_a(h_y)$	71
Hình 2.6. Đồ thị hàm số $X_a(k)$, $Y_a(k)$	73
Hình 2.7. Đồ thị hàm số $X_a(M)$, $Y_a(M)$	74
Hình 2.8. Đồ thị hàm số $V_{ax}(\omega)$, $V_{ay}(\omega)$	76
Hình 2.9. Đồ thị hàm số $V_{ax}(h_x)$, $V_{ay}(h_y)$	77
Hình 2.10. Đồ thị hàm số $V_{ax}(k)$, $V_{ay}(k)$	78
Hình 2.11. Đồ thị hàm số $V_{ax}(M)$, $V_{ay}(M)$	79
Hình 2.12. Đồ thị hàm số $\tilde{X}_a(\omega)$, $\tilde{Y}_a(\omega)$	80
Hình 2.13. Đồ thị hàm số $\tilde{X}_a(h_x)$, $\tilde{Y}_a(h_y)$	81
Hình 2.14. Đồ thị hàm số $\tilde{X}_a(k)$, $\tilde{Y}_a(k)$	82