

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ XÂY DỰNG

VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG

NGUYỄN TRƯỜNG HUY

**NGHIÊN CỨU ĐIỀU KIỆN ĐỊA KỸ THUẬT
PHỤC VỤ THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG HỒ ĐÀO SÂU**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ

CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM

MÃ SỐ: 62.58.02.04

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

- 1. TS. TRỊNH VIỆT CƯỜNG**
- 2. PGS. TS. ĐOÀN THÈ TƯỜNG**

HÀ NỘI - 2015

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình khoa học do chính tôi thực hiện. Các kết quả, số liệu trong luận án là trung thực và chưa được ai công bố trong bất kỳ công trình khoa học nào khác. Tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về tính xác thực và nguyên bản của luận án.

Tác giả luận án

Nguyễn Trường Huy

LỜI CẢM ƠN

Tác giả luận án xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc và trân trọng đến TS. Trịnh Việt Cường và PGS. TS Đoàn Thế Tường là hai thầy hướng dẫn trực tiếp đã tận tình chỉ bảo, hướng dẫn và giúp đỡ tác giả trong suốt quá trình thực hiện và hoàn thành luận án.

Tác giả xin chân thành cảm ơn đến Lãnh đạo Viện Khoa học công nghệ xây dựng, Viện Thông tin Đào tạo và Tiêu chuẩn hóa, Viện chuyên ngành Địa kỹ thuật đã tạo điều kiện thuận lợi, đóng góp ý kiến quý báu cho tác giả trong quá trình nghiên cứu.

Tác giả cũng bày tỏ lòng biết ơn đến TS. Trần Thương Bình và các anh chị em phòng thí nghiệm Địa kỹ thuật Trường Đại Học Kiến trúc Hà Nội, Phòng thí nghiệm Trường Đại học Xây dựng đã tạo điều kiện thuận lợi, giúp đỡ, động viên, trong quá trình thực hiện các nghiên cứu thực nghiệm của luận án.

Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành đến đơn vị nơi tác giả đang công tác là Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, đã tạo những điều kiện thuận lợi, giúp đỡ, động viên để tác giả yên tâm tập trung nghiên cứu để hoàn thành luận án của mình.

Để hoàn thành được luận án của mình tác giả được sự động viên, ủng hộ, chia sẻ kịp thời từ gia đình trong những lúc khó khăn nhất, tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn và chia sẻ những thành công có được của bản thân đến gia đình.

Cuối cùng, tác giả xin chân thành cảm ơn đến bạn bè, đồng nghiệp đã giúp đỡ, động viên, ủng hộ, chia sẻ trong quá trình tác giả hoàn thành luận án của mình.

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ	xii
DANH MỤC BẢNG BIỂU	xi
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT.....	vii
MỞ ĐẦU.....	1
1. Tính cấp thiết của đề tài.....	1
2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	2
3. Mục tiêu	3
4. Nội dung nghiên cứu của luận án	3
5. Cách tiếp cận và các phương pháp nghiên cứu.....	3
6. Những luận điểm bảo vệ.....	4
7. Những điểm mới khoa học	4
8. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn	4
9. Cơ sở tài liệu	5
CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN CÁC VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ ĐIỀU	
KIỆN ĐỊA KỸ THUẬT HỒ ĐÀO SÂU	6
1.1. THỰC TRẠNG NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN ĐẾN ĐỊA KỸ THUẬT	
PHỤC VỤ THIẾT KẾ HỒ ĐÀO SÂU:	6
1.1.1. Đặc điểm và phạm vi nghiên cứu về hồ đào sâu.....	6
1.1.2. Các hiện tượng địa kỹ thuật xảy ra khi thi công hồ đào sâu	11
1.1.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến dịch chuyển của đất nền xung quanh hồ đào sâu .	12
1.1.4. Trạng thái ứng suất của đất nền [38].....	13
1.1.5. Tính toán, thiết kế thi công hồ đào sâu	15
1.1.6. Đánh giá ưu điểm, nhược điểm của một số mô hình đất nền.....	17
1.2. CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN ĐẾN KHẢO SÁT CUNG CẤP SỐ LIỆU	
ĐỊA KỸ THUẬT PHỤC VỤ THIẾT KẾ THI CÔNG HỒ ĐÀO SÂU.....	22

1.2.1. Các phương pháp thí nghiệm địa kỹ thuật	27
1.2.2. Các thông số đặc trưng đất nền trong bài toán hố đào sâu.....	30
1.3. KẾT LUẬN CHƯƠNG 1:	35
CHƯƠNG 2 THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ ĐẶC TRƯNG CỦA ĐẤT NỀN TRÊN MÁY BA TRỤC GIẢM ỨNG SUẤT NGANG.....	36
2.1. MỞ ĐẦU	36
2.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM HIỆN NAY XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ ĐẦU VÀO ĐỂ THIẾT KẾ THI CÔNG HỐ ĐÀO SÂU.....	37
2.2.1. Thông số địa kỹ thuật để thiết kế thi công hố đào sâu	37
2.2.2. Thí nghiệm nén ba trục:	38
2.3. MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM BA TRỤC GIẢM ỨNG SUẤT NGANG	39
2.3.1. Nội dung phương pháp thí nghiệm	40
2.3.2. Thiết bị, dụng cụ thí nghiệm	41
2.3.3. Quy trình thí nghiệm	42
2.3.4. Dỡ tải.....	44
2.3.5. Tính toán, báo cáo kết quả thí nghiệm	45
2.3.7. Xử lý số liệu thí nghiệm.....	46
2.3.8. Kết quả thí nghiệm.....	47
2.4. NHẬN XÉT CHƯƠNG 2	55
CHƯƠNG 3 MÔ HÌNH LADE CẢI TIẾN CHO BÀI TOÁN HỐ ĐÀO SÂU	58
3.1. ỨNG XỬ CỦA ĐẤT NỀN.....	58
3.2. MÔ HÌNH ĐẤT NỀN LADE	58
3.2.1. Giới thiệu mô hình Lade	58
3.2.2. Lý do lựa chọn mô hình Lade	58
3.2.3. Mô hình Lade	59
3.3. MÔ HÌNH ĐẤT NỀN LADE CẢI TIẾN.....	65
3.3.1. Cơ sở để xây dựng mô hình Lade cải tiến.....	65
3.3.2. Đặc trưng đàn hồi.....	66
3.3.3. Mặt phá hoại.....	68

3.3.4. Mặt thế năng biến dạng dẻo	70
3.3.5. Mặt chảy dẻo	74
3.3.6. Xác định các đặc trưng của mô hình Lade cải tiến	79
3.3.7. Đánh giá độ tin cậy của mô hình Lade cải tiến	80
3.4. PHẦN MỀM TÍNH TOÁN THEO MÔ HÌNH ĐẤT NỀN LỰA CHỌN	84
CHƯƠNG 4 ÁP DỤNG TÍNH TOÁN HỒ ĐÀO SÂU THEO MÔ HÌNH LADE	
CẢI TIẾN	89
4.1. NỘI DUNG TÍNH TOÁN	89
4.2. MÔ HÌNH HÓA HỒ ĐÀO SÂU	90
4.2.1. Công trình Bệnh viện 108	91
4.2.2. Công trình Hoabinh Green City Minh Khai	98
4.2.3. Công trình đập thủy điện số 2	104
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	112
1. KẾT LUẬN	112
2. KIẾN NGHỊ	113
CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC TÁC GIẢ ĐÃ CÔNG BỐ	114
DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO	115
PHỤ LỤC	120
PHỤ LỤC A. CHẾ TẠO THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM	120
A.1. Bồn ba trục	120
A.2. Thiết bị dùng để tạo và duy trì áp lực nước	121
A.3. Thiết bị tạo lực dọc trục	122
A.4. Thiết bị giảm áp lực buồng	123
A.5. Thiết bị đo biến biến dạng, đo áp suất	123
A.6. Thiết bị ghi chép số liệu	128
A.7. Các phụ kiện khác	129
A.8. Kết quả thí nghiệm	129
PHỤ LỤC B: PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN	143
B.1. Thành phần ứng suất trong đất	143

B.2. Thành phần biến dạng trong đất	144
B.3. Quan hệ giữa ứng suất và biến dạng trong đất	145
B.4. Công dẻo.....	145
B.5. Ứng xử tái bền	146
B.6. Ma trận đàn dẻo	148
B.8. Phần tử thanh dàn	151
B.9. Phần tử thanh dầm	152
B.10. Phần tử tam giác đẳng tham số.....	154
B.11. Phần tử tiếp xúc	157
B.12. Các dạng phân tích	158
B.13. Giải hệ phương trình.....	159
B.14. Phương pháp giải bài toán phi tuyến.....	160
B.15. Mô tả quá trình thi công	162
B.17. Mô phỏng đường cong ứng suất - biến dạng trong thí nghiệm nén ba trục theo mô hình Lade cải tiến.....	165
PHỤ LỤC C: MÃ NGUỒN PHẦN MỀM LADEDEEP	167

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

A, B	Thông số áp lực nước lỗ rỗng
A, R_f , K_l , n, G, F	Thông số của mô hình
A, b	Hệ số của phương trình tuyến tính, dùng để xác định giá trị của hệ số Poisson, được xác định theo kết quả thí nghiệm
A	Hệ số xác định theo tính chất của vật liệu
a	Khoảng cách từ mặt đất đến điểm đặt của E_a
[A]	Ma trận các biến của trường chuyển vị
[A] _e	Ma trận các tọa độ cụ thể của nút
B_t	Mô đun biến dạng thể tích tiếp tuyến
[B]	Ma trận biến đổi các chuyển vị nút về biến dạng tỷ đối
CD	Thí nghiệm nén ba trục có kết thoát nước
CU	Thí nghiệm nén ba trục có kết không thoát nước
c	Lực dính của đất
[D _p]	Ma trận dẻo
[D]	Ma trận đàn hồi của đất trong bài toán biến dạng phẳng
E	Mô đun đàn hồi của đất
E_0	Mô đun biến dạng của đất
E_a	Tổng áp lực đất chủ động xác định từ hiệu áp lực đất bị động và áp lực đất chủ động trên toàn bộ chiều sâu trường
E_i	Mô đun đàn hồi ban đầu
E_t	Mô đun đàn hồi tiếp tuyến
E_{20} , E_{25}	Mô đun đàn hồi cát tuyến
e	Hệ số rỗng của đất
F_x , F_y	Thành phần thể tích tác dụng theo phương x, y trên một đơn vị thể tích áp lực
[F] _e	Lực nút tương đương của phần tử hữu hạn (PTHH)
[F] _s	Véc tơ lực nút tương đương của kết cấu rời rạc
G	Mô đun đàn hồi trượt

G_{si}^{ref}	Độ cứng kháng cắt chuẩn ban đầu
HDS	Hố đào sâu
K	Hệ số nền theo phương ngang
K_0	Hệ số áp lực đất tĩnh
K_a	Hệ số áp lực đất chủ động
K_p	Hệ số áp lực đất bị động
$K_{0,NC}$	Hệ số áp lực đất ở trạng thái cố kết bình thường
$K_{0,OC}$	Hệ số áp lực đất tĩnh của đất quá cố kết
$K_{b,m}$	Thông số mô hình
$[K]_e$	Ma trận độ cứng PTHH
$[K]_s$	Ma trận độ cứng tổng thể của kết cấu
k_{si}	Mô đun phản lực nền tại độ sâu đang xét
k_s	Mô đun phản lực nền
l	Khoảng cách từ mặt đất đến điểm có áp lực zero
m	Số mũ của độ cứng
N	Giá trị thể tích riêng của đất cố kết bình thường
$[N]$	Ma trận các đạo hàm riêng của trường chuyển vị của PTHH
OCR	Hệ số quá cố kết của đất
P	Tải trọng gây ra chuyển vị δ
p	Áp lực đất thực tác dụng lên tường
p_0	Áp lực đất tĩnh lên tường
p_a	Áp lực khí quyển
σ_c	Ứng suất tiền cố kết của đất
p^{ref}	Sức bền chuẩn
P_x, P_y	Các thành phần ngoại lực theo phương x, y tác dụng trên một đơn vị diện tích mặt ngoài của vật thể đàn hồi
R_f	Độ huy động phá hoại
S_K	Độ cố kết
t	Độ dày phân tử

t_0	Độ sâu ngầm cần thiết
UU	Thí nghiệm nén ba trục không có kết không thoát nước
$[U]_s$	Véc tơ chuyển vị nút của kết cấu rời rạc hóa
u_x	Chuyển vị của điểm bất kỳ theo phương x
u_y	Chuyển vị của điểm bất kỳ theo phương y
$[u]$	Véc tơ các chuyển vị thành phần của một điểm bất kỳ trong PTHH
$[u]_s$	Véc tơ các thành phần chuyển vị nút PTHH
v	Thể tích đặc trưng
v_0	Thể tích đặc trưng ban đầu của đất
ΔU_0	Số gia của mật độ năng lượng biến dạng
$\Delta \sigma$	Độ lệch ứng suất
ΔW	Số gia công cơ học
Δ_s	Chuyển vị
$[\alpha]$	Ma trận các thông số α_i của hàm chuyển vị
δ	Dịch chuyển ngang của tường
δ_w	Công cơ học khả dĩ
δu	Chuyển vị khả dĩ của hệ
$[\delta \varepsilon]$	Véc tơ biến dạng khả dĩ
$[\delta u]$	Véc tơ các chuyển vị khả dĩ
ε_l	Biến dạng đứng (biến dạng dọc trục)
ε_e	Biến dạng đàn hồi
ε_p	Biến dạng dẻo
ε_v	Biến dạng thể tích
$[\varepsilon]$	Véc tơ biến dạng tỷ đối
γ_n	Trọng lượng riêng của đất lớp thứ n
γ_w	Trọng lượng riêng của nước
φ	Góc ma sát trong của đất, góc ma sát tiếp xúc
φ_n	Góc ma sát trong của đất ở lớp thứ n