BỘ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI

HUỲNH NGỌC HÀO

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN NỀN ĐẮP CÓ GIA CƯỜNG BẰNG VẢI ĐỊA KỸ THUẬT TRONG CÁC CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG ĐƯỜNG Ô TÔ Ở VIỆT NAM

Chuyên ngành: XÂY DỰNG ĐƯỜNG Ô TÔ VÀ ĐƯỜNG THÀNH PHỐ

Mã số: 62.58.30.01

LUẬN ÁN TIẾN SỸ KỸ THUẬT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

1. GS.TS VŨ ĐÌNH PHỤNG
2. TS. VŨ ĐỨC SỸ

Hà Nội, 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tôi cam đoan đây là công trình nghiên cứu 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 nào khác.

Tác giả luận án

Huỳnh Ngọc Hào

LỜI CẢM ƠN

Tác giả luận án xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc nhất đến Giáo sư, Tiến sỹ Vũ Đình Phụng – Người Thầy hướng dẫn đã tận tâm, tận tình giúp cho tác giả hoàn thành luận án đúng thời gian.

Tác giả xin trân trọng biết ơn Tiến sỹ Vũ Đức Sỹ - Thầy hướng dẫn đã giúp đỡ tận tình, tạo mọi thuận lợi cho tác giả trong suốt quá trình thực hiện luận án.

Tác giả xin trân trọng cảm ơn PGS.TS Bùi Xuân Cậy, PGS.TS Lã Văn Chăm; PGS.TS Trần Thị Kim Đăng và tập thể Bộ môn Đường Bộ đã có những đóng góp quý báu và quan tâm, giúp đỡ, tạo thuận lợi cho tác giả trong quá trình làm nghiên cứu sinh.

Tác giả xin trân trọng cảm ơn Thầy Hiệu Trưởng, Ban Giám Hiệu - Trường Đại học Giao thông Vận tải, Phòng Đào tạo Sau đại học đã giúp tác giả hoàn thiện các thủ tục, tổ chức báo cáo luận án đúng thời gian.

Tác giả xin trân trọng cảm ơn các Giáo sư, Phó Giáo sư, Tiến sỹ và các nhà khoa học từ: Trường Đại học Giao thông Vận tải, Đại học Xây Dựng, Đại học Thủy lợi, Học viện Kỹ thuật Quân sự, Đại học Kiến trúc Hà Nội, Đại học Duy Tân, Đại học Bách Khoa Đà Nẵng, Đại học Kiến Trúc Đà Nẵng, Đại học Bách Khoa Tp.HCM, Viện Khoa học Công nghệ Giao thông Vận tải, Hội Cầu đường Việt Nam, Đại học Bang California-Fullerton đã có những đóng góp, giúp đỡ quý báu cho tác giả trong quá trình nghiên cứu và hoàn thiện luận án.

Cuối cùng, tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn đến Ba, Mẹ, gia đình, người thân và xin chân thành cảm ơn thầy, cô, bạn đồng nghiệp đã chia sẻ, động viên, giúp đỡ tác giả hoàn thành luận án nghiên cứu này.

Tác giả luận án

MỤC LỤC

	MỞ ĐẦU……..	1
1.	Giới thiệu công trình nghiên cứu……..	1
2.	Lý do lựa chọn đề tài……..	1
3.	Mục đích……	1
4.	Đối tượng nghiên cứu……..	1
5.	Phạm vi nghiên cứu……..	2
6.	Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài…….	2
CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN VỀ TÌNH HÌNH SỬ DỤNG VÀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN NỀN ĐẮP GIA CƯỜNG VẢI ĐỊA KỸ THUẬT		3
1.1	Các nghiên cứu sử dụng và tính toán nền đắp gia cường vải địa kỹ thuật trong và ngoài nước……	3
1.1.1	Lịch sử phát triển và sử dụng vải địa kỹ thuật…….	3
1.1.1.1	Giới thiệu chung…….	3
1.1.1.2	Phân loại vải địa kỹ thuật……..	4
1.1.1.3	Một số tiêu chí đánh giá vải địa kỹ thuật……..	5
1.1.1.4	Các chức năng của vải địa kỹ thuật…….	5
1.1.1.5	Một số công trình xây dựng sử dụng vải địa kỹ thuật ở V.Nam	9
1.1.2	Các phương pháp tính toán nền đắp gia cường vải địa kỹ thuật ở trong và ngoài nước hiện nay	12
1.1.2.1	Phương pháp giải tích tính nền đắp có cốt trên nền đất yếu	12
	Nhận xét phương pháp giải tích tính nền đắp gia cường trên đất yếu	15
1.1.2.2	Phương pháp giải tích tính nền đắp có cốt trên đất tự nhiên tốt	16
	Nhận xét các phương pháp giải tích	23
1.1.2.3	Phương pháp số và các phần mềm tính toán	24
	Nhận xét các phương pháp tính toán	27
1.2	Những vấn đề tồn tại mà luận án sẽ tập trung nghiên cứu……	28
1.3	Mục tiêu của đề tài……	28
1.4	Nội dung nghiên cứu……	29
1.5	Phương pháp nghiên cứu……..	29
CHƯƠNG 2: MÔ HÌNH TÍNH BÀI TOÁN NỀN ĐẤT ĐẮP GIA CƯỜNG BẰNG CỐT MỀM VẢI ĐỊA KỸ THUẬT		30

2.1	Mục đích và yêu cầu……..	30
2.1.1	Mục đích……..	30
2.1.2	Yêu cầu……..	30
2.2	Các tính chất của vải địa kỹ thuật…….	31
2.2.1	Một số khái niệm về thuộc tính của vải địa kỹ thuật	31
2.2.2	Đường quan hệ ứng suất – biến dạng của vải địa kỹ thuật…..	33
2.2.3	Một số ví dụ xác định tính cơ lý của vải địa kỹ thuật……..	34
2.3	Xây dựng mô hình bài toán…….	36
2.3.1	Một số giả thiết……	37
2.3.2	Xây dựng mô hình tính toán bài toán ổn định của nền đường đắp có cốt mềm theo phương pháp phần tử hữu hạn…..	37
2.3.2.1	Các phương trình cơ bản của lý thuyết đàn hồi……	38
2.3.2.2	Phương trình cơ bản của phương pháp phần tử hữu hạn…….	39
2.3.2.3	Hệ số an toàn theo phương pháp giảm c-φ……	42
	Nhận xét	42
CHƯƠNG 3: XÂY DỰNG THUẬT TOÁN VÀ CHƯƠNG TRÌNH TÍNH BÀI TOÁN NỀN ĐẤT ĐẮP GIA CƯỜNG VẢI ĐỊA KỸ THUẬT BẰNG PHƯƠNG PHÁP PTHH		43
3.1	Xây dựng thuật toán……	43
3.1.1	Phần tử tấm tam giác……..	43
3.1.2	Phần tử tấm tam giác đẳng tham số…….	44
3.1.3	Mô hình Mohr-Coulomb……	46
3.1.4	Phần tử tiếp xúc……	50
3.1.4.1	Lý thuyết phần tử tiếp xúc……	50
3.1.4.2	Mô hình phi tuyến tiếp xúc giữa vải địa kỹ thuật và đất nền…	52
3.1.5	Phần tử vải địa kỹ thuật……..	52
3.1.5.1	Lý thuyết tính toán phần tử vải địa kỹ thuật……	52
3.1.5.2	Mô hình phi tuyến của phần tử vải địa kỹ thuật……..	53
3.1.6	Phân tích phi tuyến……	53
3.1.6.1	Phương pháp Newton-Raphson (N-R)……..	54
3.1.6.2	Phương pháp Newton-Raphson cải tiến……	55
3.1.7	Sơ đồ khối tổng quát chương trình……	55
3.2	Xây dựng chương trình tính …….	55

3.2.1	Giới thiệu giao diện chương trình tính hnh_ress V1.00……	55
3.2.2	Giới thiệu chương trình tính hnh_ress V1.00……	57
	Kết luận chương 3	59
	CHƯƠNG 4: THỰC NGHIỆM TÍNH TOÁN NỀN ĐẮP GIA CƯỜNG VĐKT TRONG XÂY DỰNG ĐƯỜNG Ô TÔ	60
4.1	Nền đường đắp trên đất tự nhiên tốt……	60
4.1.1	Dữ liệu chung tính toán……	60
4.1.2	Phân tích ổn định của nền đường đắp……..	62
4.1.2.1	Nền đắp cao 6m……	63
4.1.2.2	Nền đắp cao 8m…….	64
4.1.2.3	Nền đắp cao 10m……..	68
4.1.2.4	Nền đắp cao 12m……..	72
4.1.3	Xây dựng biểu đồ tra VĐKT sử dụng trong nền đắp cao…….	75
4.2	Nền đường đắp trên đất yếu……	77
4.3	Xác định dạng cung trượt mái dốc theo phương pháp xấp xỉ	80
4.3.1	Phương pháp xấp xỉ mặt trượt	80
4.3.2	Một số ví dụ vẽ đường biến dạng trượt và tính xấp xỉ mặttrượt	81
4.3.2.1	Trường hợp nền đắp có gia cường vải địa kỹ thuật	81
4.3.22	Trường hợp nền đắp không gia cường vải địa kỹ thuật	85
4.4	Xây dựng công thức tính toán lực căng (T_{max}) các lớp VĐKT	88
4.4.1	Lực căng VĐKT trong phân mảnh cho mặt trượt trụ tròn	88
4.4.2	Xây dựng công thức tính toán lực căng vải địa kỹ thuật (T_{max})	89
4.5	Xác định ảnh hưởng của độ cứng vđkt (*EA*) đến hệ số an toàn	96
4.5.1	Xây dựng biểu thức xác định độ cứng vđkt (*EA*) ảnh hưởng đến hệ số an toàn ổn định……..	96
4.5.2	Ảnh hưởng của độ cứng vđkt đến hệ số an toàn ổn định……	99
4.5.3	Biểu đồ quan hệ ảnh hưởng của độ cứng (EA_g), cường độ T_{max} vđkt và mô đun đàn hồi đất nền (E_s) đến an toàn ổn định	104
4.6	So sánh khảnăng đứt và tuột cốt VĐKT ảnh hưởng đến antoàn	105
4.7	So sánh kết quả chạy trên chương trình hnh_ress và plaxis	106
4.8	Kết quả nghiên cứu chương 4……..	110
	KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	112

MỤC LỤC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

CHƯƠNG 1

Hình 1.1 VĐKT gia cường, đoạn qua cầu Xương Giang – Bắc Giang 4
Hình 1.2 VĐKT trong mái dốc Bukit Panggal Mosque, Tutong, Brunei 6
Hình 1.3 VĐKT tường chắn Arca Budaya, Kuala Lumpur, Malaysia. 6
Hình 1.4 VĐKT trong đường đê Punarbhava, West Bengal, Ấn Độ 6
Hình 1.5 VĐKT gia cường nền nhà dân dụng 6
Hình 1.6 VĐKT làm tường chắn, Khánh Dương, Tỉnh Cam Túc, TQ 7
Hình 1.7 VĐKT với chức năng làm tường chắn đất 7
Hình 1.8 VĐKT Tường chắn Novotel Hotel, Patong, Phuket, Thailand 7
Hình 1.9 VĐKT tiêu, thoát nước đường cao tốc Nam Carolina, Hoa Kỳ 7
Hình 1.10 VĐKT sử dụng ở hào bố trí ống dẫn nước (Australia) 8
Hình 1.11 VĐKT sử dụng với chức năng vật liệu thấm (Đảo Solomon) 8
Hình 1.12 VĐKT làm chức năng phân cách 9
Hình 1.13 VĐKT gia cố mái dốc 9
Hình 1.14 VĐKT làm chức năng lọc 9
Hình 1.15 VĐKT làm lớp phân cách và bảo vệ 9
Hình 1.16 VĐKT chức năng tiêu thoát nước 9
Hình 1.17 Mặt cắt ngang mở rộng QL5, VĐKT làm lớp ngăn cách 10
Hình 1.18 VĐKT được dùng ở bãi rác Tam Tân, Củ Chi, TP.HCM 10
Hình 1.19 VĐKT sử dụng ở bãi rác Bố Trạch, Quảng Bình 10
Hình 1.20 Phương pháp phân tích mặt trượt tròn để xác định lực kéo lớn nhất yêu cầu đối với cốt tăng cường ở đáy nền đắp 14
Hình 1.21 Chiều dài neo bám của cốt tại vị trí j dọc theo đáy nền đắp 14
Hình 1.22 Phương pháp khối nêm hai phần cho mái dốc có cốt 16
Hình 1.23 Sự phân bố gần đúng ứng suất xáo động với mỗi lớp cốt 18
Hình 1.24 Tính toán trượt tròn theo phương pháp phân mảnh 19
Hình 1.25 Tính toán theo mặt trượt xoắn ốc logarit 22
Hình 1.26 Tính toán theo phương pháp trọng lực dính kết 23

Hình 1.27 Quan hệ ứng xử đất - vải địa kỹ thuật theo tiêu chuẩn phá hoại Mohr-Coulomb 26

CHƯƠNG 2

Hình 2.1 Ứng xử kéo của vđkt theo mô hình Robert M.Koerner 33

Hình 2.2 Quan hệ ứng suất – biến dạng của tiếp xúc vải địa kỹ thuật và đất nền theo Robert M.Koerner 34

Hình 2.3 Sơ đồ tính không bố trí cốt (a) và có bố trí cốt (b) 37

CHƯƠNG 3

Hình 3.1 Hình dạng của phần tử tam giác……. 43

Hình 3.2 Phần tử tam giác 3 nút trong hệ tọa độ tổng thể và địa phương 44

Hình 3.3 Phần tử tam giác 6 nút trong hệ tọa độ tổng thể và địa phương 45

Hình 3.4 Tiêu chuẩn phá hoại Mohr-Coulomb trong k gian ƯS chính 47

Hình 3.5 Xác định góc ma sát trong và lực dính đơn vị…… 49

Hình 3.6 Xác định góc giãn nở…….. 50

Hình 3.7 Phần tử tiếp xúc…… 51

Hình 3.8 Hàm dạng của phần tử thanh chịu lực dọc trục……. 53

Hình 3.9 Phương pháp Newton-Raphson và Newton-Raphson cải tiến 54

Hình 3.10 Sơ đồ khối tổng quát chương trình tính bằng PP.PTHH… 55

Hình 3.11 Tên và biểu tượng chương trình……. 56

Hình 3.12 Khai báo quan hệ ứng suất – biến dạng của vải địa kỹ thuật 56

Hình 3.13 Khai báo độ cứng(EA_g) theo đường ứng suất- biến dạng của vải địa kỹ thuật 56

Hình 3.14 Vẽ đường xấp xỉ mặt trượt 57

Hình 3.15 Xác định sai số đường xấp xỉ mặt trượt Ellipse và trượt tròn 57

Hình 3.16 Xác định độ cứng cát tuyến theo ứng xử kéo của VĐKT 58

CHƯƠNG 4

Hình 4.1 Sơ đồ xếp xe để xác định tải trọng xe cộ…… 61

Hình 4.2 Mô hình tải trọng xe tính toán…… 62

Hình 4.3 Vị trí mặt trượt (nền đắp cao 6 m)…….. 62

Hình 4.4 Vị trí mặt trượt khi có vải địa kỹ thuật (nền đắp cao 8 m).. 63

Hình 4.5 Sơ đồ biến dạng (4 lớp VĐKT, khoảng cách 0.5m)…….. 67

Hình 4.6 Mặt trượt (4 lớp vải địa kỹ thuật, khoảng cách 0.5m)…… 67

Hình 4.7	Sơ đồ biến dạng (4 lớp VĐKT, khoảng cách 1.5m)……..	68
Hình 4.8	Mặt trượt (4 lớp vải địa kỹ thuật, khoảng cách 1.5m)……	68
Hình 4.9	Quan hệ giữa cường độ vải địa kỹ thuật và số lớp vải địa	76
Hình 4.10	Quan hệ giữa cường độ vải địa kỹ thuật và số lớp vải địa	76
Hình 4.11	Quan hệ giữa cường độ vải địa kỹ thuật và số lớp vải địa	77
Hình 4.12	Sơ đồ hình học khi có vải địa kỹ thuật……...	79
Hình 4.13	Mặt biến dạng trượt khi không có vải địa kỹ……..	79
Hình 4.14	Mặt biến dạng trượt khi có vải địa kỹ thuật…….	79
Hình 4.15	Cung trượt hình elipse nền đắp trên đất yếu……..….	79
Hình 4.16	Phương pháp xấp xỉ mặt trượt……	81
Hình 4.17	Kết quả tính xấp xỉ mặt trượt nền đắp cao 8m, cóVĐKT	82
Hình 4.18	Kết quả tính xấp xỉ mặt trượt nền đắp cao 10m, cóVĐKT	83
Hình 4.19	Kết quả tính xấp xỉ mặt trượt nền đắp cao 12m, cóVĐKT	84
Hình 4.20	Kết quả tính xấp xỉ mặt trượt nền đắp cao 12m, cóVĐKT	82
Hình 4.21	Kết quả tính xấp xỉ mặt trượt đắp cao 8m, không cóVĐKT	85
Hình 4.22	Kết quả tính xấp xỉ mặt trượt đắp cao 10m,không cóVĐKT	86
Hình 4.23	Kết quả tính xấp xỉ mặt trượt đắp cao 12m,không cóVĐKT	87
Hình 4.24	Phương pháp phân mảnh cổ điển cho mặt trượt trụ tròn…	89
Hình 4.25	Cung trượt hình ellipse, xây dựng công thức tính T_{max}…..	90
Hình 4.26	Sơ đồ tính lực căng T trong VĐKT theo cung trượt ellipse	92
Hình 4.27	Kết quả phân tích lực căng T_{max} các lớp VĐKT……..	96
Hình 4.28	Quan hệ của độ cứng vđkt (EA_g) và mô đun đàn hồi đất đắp	104
Hình 4.29	Quan hệ của độ cứng vđkt (EA_g) và mô đun đàn hồi đất đắp	104
Hình 4.30	Quan hệ của độ cứng vđkt (EA_g) và mô đun đàn hồi đất đắp	105
Hình 4.31	Sơ đồ tính ổn định nền đắp cao 6m bằng phần mềm Plaxis	106
Hình4.32	Biến dạng nền đắp cao 6m tính bằng phần mềm Plaxis	106
Hình4.33	Hệ số an toàn nền đắp cao 6m tính bằng phần mềm Plaxis	106
Hình 4.34	Sơ đồ tính ổn định nền đắp cao 8m bằng phần mềm Plaxis	107
Hình4.35	Biến dạng nền đắp cao 8m tính bằng phần mềm Plaxis	107
Hình4.36	Hệ số an toàn nền đắp cao 8m tính bằng phần mềm Plaxis	107

MỤC LỤC BẢNG BIỂU

Bảng 3.1	Tọa độ và trọng số của tích phân số trên miền tam giác…	46
Bảng 3.2	Các tham số của mô hình Mohr-Coulomb…….	49
Bảng 4.1	Đặc trưng của nền đường đắp trên đất tốt…….	60
Bảng 4.2	Đặc trưng vải địa kỹ thuật theo 1m chiều rộng…….	60
Bảng 4.3	Tải trọng xe cộ……..	61
Bảng 4.4	Hệ số an toàn ổn định mái dốc…….	64
Bảng 4.5	Ảnh hưởng của số lớp và khoảng cách giữa các lớp vđkt	64
Bảng 4.6	Lực căng trong vải địa kỹ thuật khi mái dốc bị phá hoại	65
Bảng 4.7	Ảnh hưởng của hệ số mái dốc, nền 8m……	66
Bảng 4.8	Ảnh hưởng của cường độ VĐKT và số lớp VĐKT…….	67
Bảng 4.9	Ảnh hưởng của số lớp và khoảng cách giữa các lớp vđkt	68
Bảng 4.10	Lực căng trong vải địa kỹ thuật khi mái dốc bị phá hoại…	69
Bảng 4.11	Ảnh hưởng của hệ số mái dốc, nền đắp 10m……	70
Bảng 4.12	Ảnh hưởng của cường độ và số lớp vải địa kỹ thuật…..	71
Bảng 4.13	Ảnh hưởng của số lớp và khoảng cách giữa các lớp vđkt	72
Bảng 4.14	Lực căng trong vđkt khi mái dốc bị phá hoại, nền 12m	73
Bảng 4.15	Ảnh hưởng của hệ số mái dốc, nền 12m ……..……	74
Bảng 4.16	Ảnh hưởng của cường độ và số lớp vải địa kỹ thuật…..	74
Bảng 4.17	Ảnh hưởng của cường độ và số lớp vải địa kỹ thuật	75
Bảng 4.18	Đặc trưng nền đất yếu……	77
Bảng 4.19	Hệ số an toàn khi chiều cao đắp 6 m…….	78
Bảng 4.20	Hệ số an toàn khi chiều cao đắp 8 m……	78
Bảng 4.21	Hệ số an toàn khi chiều cao đắp 10 m……..	78
Bảng 4.22	Hệ số an toàn khi chiều cao đắp 12 m……..	78
Bảng 4.23	Một số kết quả tính xấp xỉ mặt trượt	87
Bảng 4.24	Ảnh hưởng của độ cứng vđkt đến hệ số antoàn, T=12kN/m	99
Bảng 4.25	Ảnh hưởng của độ cứng vđkt đến hệ số antoàn,T= 14kN/m	99
Bảng 4.26	Ảnh hưởng của độ cứng vđkt đến hệ số antoàn,T= 16kN/m	100
Bảng 4.27	Ảnh hưởng của EA_g, T_{max} vđkt và E_s đến hệ số an toàn Fs	100
Bảng 4.28	Kết quả hệ số an toàn tính bằng Hnhress và Plaxis	108