

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI

TRẦN THIỆN LƯU

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN
ĐỘ BỀN MỎI BÊ TÔNG ASPHALT LÀM LỚP
MẶT ĐƯỜNG TẠI VIỆT NAM

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Hà Nội, 2015

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI

Trần Thiện Lưu

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG
ĐẾN ĐỘ BỀN MỎI BÊ TÔNG ASPHALT LÀM LỚP
MẶT ĐƯỜNG TẠI VIỆT NAM

Ngành : Kỹ thuật Xây dựng Công trình Giao thông

Mã số : 62.58.02.05

Chuyên ngành : Kỹ thuật Xây dựng Đường ô tô và đường thành phố

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

PGS. TS. Lã Văn Chăm

GS. TS. Nguyễn Xuân Đào

Hà Nội, 2015

LỜI CẢM ƠN

Sau hơn ba năm nỗ lực hết mình và được sự chỉ dẫn nhiệt tình của các thầy hướng dẫn, sự ủng hộ của nhà trường, sự giúp đỡ của thầy cô, đồng nghiệp, bạn bè, người thân, luận án “Nghiên cứu một số yếu tố ảnh hưởng đến độ bền mỏi bê tông asphalt làm lớp mặt đường tại Việt Nam” của tôi đã hoàn thành.

Lời tri ân sâu sắc nhất tôi xin được dành cho hai người thầy đáng kính đã trực tiếp hướng dẫn, giúp đỡ, khích lệ tôi là PGS.TS Lã Văn Chăm và GS.TS Nguyễn Xuân Đào. Điều đặc biệt là PGS.TS Lã Văn Chăm - người thầy đã từng hướng dẫn tôi làm luận văn thạc sĩ, nay lại tiếp tục nâng đỡ tôi làm luận án tiến sĩ. Dù Thầy không hay thể hiện ra ngoài, nhưng tôi cảm nhận được sự tận tâm hiếm có. GS.TS Nguyễn Xuân Đào trong suốt quá trình hướng dẫn đã thường xuyên điện thoại thăm hỏi tình hình, góp ý và động viên tôi cố gắng sớm hoàn thành công trình nghiên cứu. Những lời khen của Thầy dành cho tôi (dù tôi tự thấy mình chưa thực sự xứng đáng) là sự khích lệ quý giá, giúp tôi vượt qua những trở ngại, khó khăn để bước tiếp trên con đường khoa học không dễ dàng này.

Xin chân thành cảm ơn TS. Nguyễn Quang Phúc - người tư vấn cho tôi chọn đề tài và có nhiều chia sẻ về vấn đề nghiên cứu. Xin chân thành cảm ơn GS.TS Phạm Duy Hữu, PGS.TS Trần Thị Kim Đăng, TS. Nguyễn Mai Lâm, TS. Nguyễn Quang Tuấn đã rất quan tâm và cho tôi nhiều góp ý chuyên môn xác đáng.

Xin cảm ơn Phòng thí nghiệm Vật liệu xây dựng - Bộ môn Vật liệu xây dựng - Viện Kỹ thuật xây dựng, Bộ môn Đường bộ trường Đại học GTVT, Phòng thí nghiệm VILAS 047, LAS-XD 456 - Trung tâm Kiểm định chất lượng CTGT Bà Rịa Vũng Tàu, Công ty Cổ phần CTGT Bà Rịa Vũng Tàu đã hỗ trợ tôi rất nhiều trong công tác làm mẫu và thí nghiệm.

Tôi cũng xin cảm ơn Ban Giám hiệu trường Đại học GTVT TP. Hồ Chí Minh đã ủng hộ và tạo điều kiện cho tôi làm luận án. Cảm ơn anh em Phòng Đào tạo, các đồng nghiệp trong bộ môn đã nhiệt tình hỗ trợ công việc trong thời gian tôi đi làm nghiên cứu.

Và lòng biết ơn thăm sâu xin dành cho những người thân đã luôn ở bên và chia sẻ cùng tôi trong suốt những chặng đường gian nan vất vả vừa qua. Thành quả của ngày hôm nay xin ghi khắc công lao của tất cả mọi người.

Trân trọng.

Hà Nội, ngày 04 tháng 5 năm 2015

Nghiên cứu sinh

Trần Thiện Lưu

MỤC LỤC

MỤC LỤC	i
LỜI CAM ĐOAN.....	vii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT	viii
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	x
PHẦN MỞ ĐẦU	1
1. Đặt vấn đề	1
2. Lý do chọn đề tài	2
3. Mục đích nghiên cứu	3
4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	4
5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài.....	4
Chương 1. TỔNG QUAN VỀ NGHIÊN CỨU MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN ĐỘ BỀN MỎI CỦA BÊ TÔNG ASPHALT	6
1.1 Định nghĩa mỏi	6
1.2 Các dạng nứt do mỏi được nghiên cứu	6
1.2.1 Nứt từ dưới lên (nứt dạng cá sấu).....	7
1.2.2 Nứt từ trên xuống (nứt theo chiều dọc).....	8
1.3 Phân tích các nghiên cứu liên quan về các yếu tố ảnh hưởng đến độ bền mỏi của bê tông asphalt.....	8
1.3.1 Nhóm liên quan đến tải trọng	9
1.3.2 Nhóm liên quan đến môi trường	13
1.3.3 Nhóm liên quan đến hỗn hợp bê tông asphalt.....	16
1.4 Các mô hình và chế độ kiểm soát thí nghiệm mỏi bê tông asphalt	20
1.4.1 Các mô hình thí nghiệm	20
1.4.1.1 Mô hình uốn dầm.....	20
1.4.1.2 Mô hình kéo - nén.....	21

1.4.1.3	Mô hình cắt xoay	22
1.4.2	Các chế độ kiểm soát thí nghiệm mới	22
1.4.2.1	Không chế ứng suất	22
1.4.2.2	Không chế biến dạng	22
1.5	Một số kết quả nghiên cứu và ứng dụng độ bền mới bê tông asphalt	23
1.5.1	Trên thế giới	23
1.5.1.1	Các trường phái thiết kế kết cấu áo đường mềm.....	23
1.5.1.2	Một số kết quả nghiên cứu và ứng dụng	24
1.5.2	Tại Việt Nam	28
1.6	Những vấn đề tồn tại luận án cần giải quyết	29
1.7	Mục tiêu và nội dung của đề tài nghiên cứu.....	30
1.7.1	Mục tiêu.....	30
1.7.2	Nội dung	30
1.8	Phương pháp nghiên cứu	31
1.9	Kết luận chương 1.....	31
Chương 2.	NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM ĐỘ BỀN MỚI BÊ TÔNG ASPHALT TRONG MỘT SỐ ĐIỀU KIỆN CỦA VIỆT NAM.....	33
2.1	Xác định các thông số chính cho thí nghiệm mới.....	33
2.1.1	Nhiệt độ thí nghiệm.....	33
2.1.2	Tần số tải thí nghiệm	35
2.1.3	Chế độ thí nghiệm	37
2.1.4	Vật liệu bê tông asphalt	39
2.1.4.1	Lựa chọn loại bê tông asphalt.....	39
2.1.4.2	Lựa chọn loại bột khoáng	39
2.1.5	Tổng hợp mẫu thí nghiệm	41
2.2	Chế tạo mẫu	42
2.2.1	Thiết kế hỗn hợp bê tông asphalt	43

2.2.1.1	Vật liệu	43
2.2.1.2	Thiết kế thành phần hỗn hợp BTNC 12,5	46
2.2.1.3	Thiết kế thành phần hỗn hợp BTNC 19	50
2.2.2	Thi công tại hiện trường	51
2.2.2.1	Địa điểm, thời gian thi công	51
2.2.2.2	Chế tạo hỗn hợp bê tông asphalt	51
2.2.2.3	Thi công tại hiện trường	52
2.2.3	Gia công mẫu thí nghiệm	53
2.2.3.1	Cắt mẫu tại hiện trường	53
2.2.3.2	Gia công mẫu đầm tại xưởng	53
2.3	Các tính chất cơ lý của bê tông asphalt sau thi công	54
2.3.1	Bê tông asphalt loại BTNC 12,5	54
2.3.1.1	Thành phần hạt	54
2.3.1.2	Độ chặt thi công	55
2.3.1.3	Các chỉ tiêu cơ lý khác	56
2.3.2	Bê tông asphalt loại BTNC 19	57
2.3.2.1	Thành phần hạt	57
2.3.2.2	Độ chặt thi công	58
2.3.2.3	Các chỉ tiêu cơ lý khác	59
2.4	Thí nghiệm mới	59
2.4.1	Sấy mẫu	59
2.4.2	Lưu trữ mẫu	59
2.4.3	Mô tả thí nghiệm	60
2.4.4	Các kết quả thí nghiệm	61
2.4.4.1	Mô đun độ cứng động (S_{mix})	61
2.4.4.2	Ứng suất cực đại (σ_0)	62
2.4.4.3	Biến dạng kéo cực đại (ϵ_0)	62

2.4.4.4 Góc lệch pha (φ).....	63
2.4.5 Đánh giá độ tin cậy kết quả thí nghiệm.....	63
2.5 Kết luận chương 2.....	65
Chương 3. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM ĐỘ BỀN MỎI BÊ TÔNG ASPHALT	67
3.1 Kết quả thí nghiệm mỏi BTNC 12,5 (BD)	67
3.1.1 Mô đun độ cứng (S).....	69
3.1.1.1 Điều kiện thí nghiệm 10 độ C, tần số 5 Hz	69
3.1.1.2 Điều kiện thí nghiệm 10 độ C, tần số 10 Hz	71
3.1.1.3 Điều kiện thí nghiệm 20 độ C, tần số 5 Hz	72
3.1.1.4 Điều kiện thí nghiệm 20 độ C, tần số 10 Hz	73
3.1.1.5 Phân tích kết quả mô đun độ cứng	74
3.1.2 Ứng suất (σ)	81
3.1.3 Lực tác dụng (F)	84
3.1.4 Góc lệch pha (φ).....	86
3.1.5 Xây dựng biểu thức đặc trưng độ bền mỏi BTNC 12,5	89
3.2 Kết quả thí nghiệm mỏi bê tông asphalt loại BTNC 19	91
3.2.1 Tổng hợp kết quả thí nghiệm mỏi BTNC 19.....	91
3.2.2 Mô đun độ cứng (S).....	91
3.2.3 Xây dựng biểu thức đặc trưng độ bền mỏi BTNC 19	93
3.3 Kết quả thí nghiệm mỏi loại BTNC 12,5 (CC) và BTNC 12,5 (CX).....	94
3.3.1 Bê tông asphalt sử dụng bột khoáng CaCO_3	94
3.3.2 Bê tông asphalt sử dụng bột khoáng CaCO_3 + xi măng.....	98
3.4 Phân tích kết quả thí nghiệm độ bền mỏi bê tông asphalt	101
3.4.1 Loại BTNC 12,5 và BTNC 19.....	101
3.4.2 Các loại BTNC 12,5 sử dụng loại bột khoáng khác nhau.....	102

3.5	Xây dựng phương trình độ bền mỗi cho các loại BTNC 12,5 đã thí nghiệm	108
3.5.1	Phương trình độ bền mỗi cho BTNC 12,5 (dạng 1)	108
3.5.2	Phương trình độ bền mỗi cho BTNC 12,5 (dạng 2)	109
3.6	Kết luận chương 3	110
Chương 4.	ỨNG DỤNG KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀO THIẾT KẾ KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG MỀM TẠI VIỆT NAM	112
4.1	Đề xuất kiểm toán mỗi lớp bê tông asphalt trong kết cấu áo đường mềm	112
4.1.1	Cơ sở lý thuyết	112
4.1.2	Trình tự tính toán	116
4.1.3	Lựa chọn điều kiện tính toán	117
4.1.3.1	Nhiệt độ	117
4.1.3.2	Tần số tải trọng	118
4.1.4	Xác định biến dạng cho phép (ϵ_{cp}) và biến dạng tính toán (ϵ_{tt})	118
4.1.4.1	Biến dạng cho phép (ϵ_{cp})	118
4.1.4.2	Biến dạng tính toán (ϵ_{tt})	118
4.2	Ứng dụng kiểm toán mỗi lớp BTNC 12,5 trong kết cấu áo đường mềm	119
4.2.1	Thông số đầu vào dùng kiểm toán mỗi	119
4.2.1.1	Kết cấu áo đường, thông số vật liệu	119
4.2.1.2	Xác định điều kiện kiểm toán mỗi	120
4.2.2	Biến dạng cho phép ở đáy lớp BTNC 12,5 (ϵ_{cp})	120
4.2.3	Biến dạng tính toán (ϵ_{tt}) đáy lớp BTNC 12,5 trong kết cấu áo đường	122
4.2.3.1	Mô hình tải tác dụng	122
4.2.3.2	Tính biến dạng (ϵ_{tt}) đáy lớp bê tông asphalt	122
4.2.4	Đánh giá	123
4.2.4.1	Kết cấu 1	123
4.2.4.2	Kết cấu 2	124

4.2.4.3 Nhận xét.....	125
4.3 Kết luận chương 4.....	125
PHẦN KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	126
1. Đóng góp về mặt khoa học	126
2. Đóng góp về mặt thực tiễn.....	127
3. Hạn chế	127
4. Kiến nghị.....	128
5. Hướng nghiên cứu tiếp	128
DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ	xvii
TÀI LIỆU THAM KHẢO	xviii

LỜI CAM ĐOAN

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

Tác giả luận án

Trần Thiện Lưu