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

Nguyễn Quang Phúc

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ TÍNH CHẤT VÀ ỨNG DỤNG CỦA MASTIC ASPHALT TRONG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG Ở VIỆT NAM

Chuyên ngành: Xây dựng đường ô tô và đường thành phố
Mã số: 62.58.30.01

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Hà Nội, 2010

CÔNG TRÌNH ĐƯỢC HOÀN THÀNH TẠI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

1: PGS.TS Bùi Xuân Cậy

2: PGS.TS Nguyễn Quang Toản

Phản biện 1: GS.TSKH Nguyễn Xuân Trục

Phản biện 2: GS.TS Nguyễn Xuân Đào

Phản biện 3: PGS.TS Phạm Cao Thăng

Luận án đã được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Trường
họp tại: Trường Đại học Giao thông Vận tải
vào hồi 8 giờ 30' ngày 02 tháng 10 năm 2010

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

1. Thư viện Quốc gia

2. Thư viện Trường Đại học Giao thông Vận tải

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ

1. ThS. Nguyễn Quang Phúc (2005), *Vật liệu Mastic Asphalt ở Anh*, Tạp chí KHGTVT, Trường Đại học GTVT, (12), tr. 215-219.
2. ThS. Nguyễn Quang Phúc (2005), *Bê tông nhựa đúc và ứng dụng trong xây dựng công trình giao thông*, Tạp chí Cầu - Đường Việt Nam, (12), tr.24-29.
3. PGS.TS. Bùi Xuân Cậy, ThS. Nguyễn Quang Phúc (2007), *Nghiên cứu sử dụng các loại cốt tăng cường khả năng chịu kéo và chống nứt của bê tông nhựa*, Tạp chí Giao thông vận tải, số 12-tháng 12 năm 2007, trang 32-34.
4. NCS. Nguyễn Quang Phúc, TS. Đào Văn Đông (2010), *Nghiên cứu ứng xử kéo khi uốn của một số loại bê tông asphalt sử dụng thiết bị thí nghiệm Marshall*, Tạp chí Giao thông vận tải, số 6-tháng 6 năm 2010, trang 22-25.
5. PGS.TS. Bùi Xuân Cậy, ThS. Nguyễn Quang Phúc, KS. Trần Nam Hưng (2010), *Phân tích ứng suất cắt trượt trong kết cấu mặt đường mềm có xét đến điều kiện dính bám giữa các lớp bê tông asphalt*, Tạp chí Cầu - Đường Việt Nam, số 6, tháng 6/2010, trang 15-19.
6. NCS. Nguyễn Quang Phúc, ThS. Trần Khắc Dương (2010), *Đề xuất phương pháp thiết kế hỗn hợp mastic asphalt ở Việt Nam*, Tạp chí KHGTVT, Trường Đại học GTVT, số 6/2010, trang 29-38.
7. PGS.TS. Bùi Xuân Cậy, ThS. Nguyễn Quang Phúc, Bùi Tuấn Anh (2010), *Phân tích ứng suất kéo uốn trong kết cấu mặt đường mềm có xét đến điều kiện dính bám giữa các lớp bê tông asphalt*, Tạp chí KHGTVT, Trường Đại học GTVT, số 6/2010, trang 59-66.
8. Nguyễn Quang Phúc, ThS. Bùi Tuấn Anh (2010), *Phân tích biến dạng lún vệt bánh xe trong kết cấu mặt đường hỗn hợp*, Tạp chí Giao thông Vận tải, số 8-tháng 8 năm 2010, trang 37-39.

MỞ ĐẦU

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, do sự gia tăng của tải trọng, biến đổi khí hậu, yêu cầu thiết kế và xây dựng đường ô tô có chất lượng cao hơn đã xuất hiện. Mastic Asphalt (MA) hay bê tông asphalt đúc (Gussasphalt-GA) sử dụng các chất kết dính có độ quánh cao và không cần lu lèn, là loại vật liệu cao cấp được sử dụng làm lớp phủ mặt trong kết cấu áo đường ở một số nước phát triển. MA có các tính chất cơ học và độ bền cao hơn bê tông asphalt (BTAP) truyền thống, được sử dụng để xây dựng các mặt đường có lưu lượng xe lớn và tải trọng ở cấp giao thông nặng.

MA đặc biệt thích hợp khi làm lớp mặt trên của áo đường cấp cao, lớp bản mặt cầu, lớp phủ sàn công nghiệp, lớp phòng nước cho hầm. Mạng lưới đường cao tốc ở Đức (Autobahn) hiện nay sử dụng đến 46% lớp mặt MA, trung bình hàng năm các nước châu Âu sử dụng khoảng 1 triệu tấn MA. MA đã được các nước và vùng lãnh thổ tiên tiến trên thế giới như Đức, Nhật Bản, Hà Lan, Anh, Pháp, Đài Loan, Hồng Kông,... đã và đang nghiên cứu, phát triển, sử dụng cho các kết quả tốt.

Qua những nghiên cứu, phân tích của các nước sử dụng nhiều MA có thể nêu ra những ưu điểm chính của vật liệu Mastic Asphalt:

- Có cường độ và tuổi thọ cao, có thể chịu được lưu lượng xe lớn và xe tải nặng, có khả năng chống được vệt hằn bánh xe;
- Độ rỗng dư rất thấp (thường dưới 2%), vì vậy có khả năng phòng nước tốt và tạo ra khả năng ngăn ngừa sự hoá già của bitum. Đây chính là một trong những đặc tính quan trọng nhất của MA;
- Khi sử dụng trên bản mặt cầu thép, MA có khả năng dính bám tốt với bản thép và có khả năng dịch chuyển với bản mặt cầu nhưng ít phát sinh hiện tượng mỏi, phù hợp với lượng giao thông lớn;
- Sau khi rải hỗn hợp MA không cần đầm nén mà tự hình thành cường độ nên có thể loại bỏ được những khiếm khuyết mà những loại mặt đường khác hay gặp phải do công nghệ đầm nén không phù hợp;
- MA có thể được rải bằng thủ công hoặc bằng máy với độ bằng phẳng khá hoàn hảo, có thể sử dụng ở những địa hình chật hẹp, không sử dụng được lu, nơi đòi hỏi mỹ quan cao và thông xe ngay.

Bên cạnh đó MA cũng bộc lộ các nhược điểm:

- Có giá thành xây dựng khá cao, bằng khoảng 150-200% so với giá thành của lớp phủ BTAP rải nóng thông thường;
- Nhiệt độ thi công cao từ 200-240^{0}C và phải có các thiết bị thi công chuyên dụng.

Để áp dụng loại vật liệu này, những nước đã sử dụng nhiều MA trên thế giới đã tập trung nghiên cứu vào các lĩnh vực sau:

1. Lĩnh vực vật liệu;

2. Lĩnh vực xác định các chỉ tiêu cơ học dùng trong xây dựng CTGT;

3. Lĩnh vực công nghệ xây dựng và quản lý chất lượng.

Những nghiên cứu này mang đặc tính chung về nguyên lý nhưng trong ứng dụng thì từng loại MA ở mỗi nước có khác biệt. Sự khác biệt ấy có thể do những lý do sau:

- Điều kiện khí hậu, tải trọng khai thác các nước khác nhau;
- Trình độ công nghệ từng nước khác nhau;
- Điều kiện vật liệu và kinh tế khác nhau.

Xuất phát từ yêu cầu thực tế, đề tài "*Nghiên cứu một số tính chất và ứng dụng của Mastic Asphalt trong xây dựng công trình giao thông ở Việt Nam*" là cần thiết và có tính thời sự.

2. Những nội dung cần giải quyết

- Xây dựng phương pháp thiết kế thành phần hỗn hợp MA có các đặc tính phù hợp với điều kiện khí hậu Việt Nam, công nghệ thi công chấp nhận được;
- Hệ thống các tiêu chuẩn thí nghiệm và bước đầu đề xuất các thí nghiệm xác định các đặc tính cơ, lý và kiểm tra chất lượng MA;
- Bước đầu đưa ra các chỉ tiêu yêu cầu cho MA làm tầng mặt áo đường trong điều kiện Việt Nam;
- Đề xuất phương pháp thiết kế kết cấu mặt đường sử dụng MA, kiến nghị các kết cấu áp dụng cho mặt đường, mặt cầu;
- Khuyến nghị công nghệ hợp lý sản xuất và công nghệ thi công MA khi sử dụng trong xây dựng CTGT .

Luận án chỉ tập trung nghiên cứu về thành phần, những đặc tính cơ học vật liệu, tiêu chuẩn kỹ thuật, khả năng và hiệu quả ứng dụng của MA mà không đi sâu vào mô hình vật liệu MA và công nghệ thi công MA.

3. Phương pháp nghiên cứu

– Nghiên cứu tổng quan về MA, phân tích đánh giá các ưu nhược điểm của MA và phạm vi áp dụng của nó;

– Nghiên cứu lý thuyết về bản chất và các đặc tính của hỗn hợp MA;

– Nghiên cứu thực nghiệm xác định tiêu chuẩn của hỗn hợp MA và các đặc trưng cơ học. Phân tích, luận chứng, đưa ra các đề xuất về phương pháp thiết kế hỗn hợp MA, tiêu chuẩn các thí nghiệm đánh giá và các kết cấu sử dụng MA.

4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài nghiên cứu

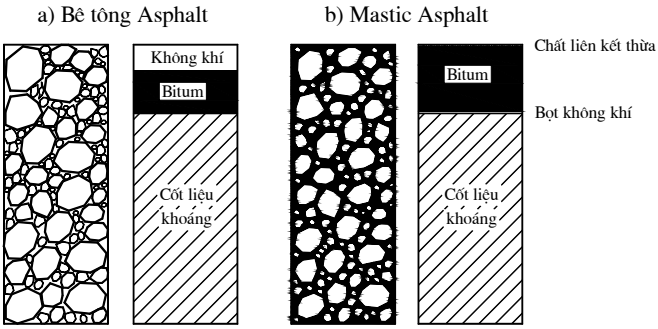
- *Về lý thuyết* : Luận án đã nghiên cứu bản chất lý thuyết của hỗn hợp MA, phân tích ưu nhược điểm và phạm vi áp dụng của loại vật liệu mới này với những điều kiện khí hậu Việt Nam. Hệ thống hoá được các tiêu chuẩn thí nghiệm đánh giá chất lượng của MA.

- *Về thực nghiệm*: Dựa trên các kết quả nghiên cứu trong phòng so sánh đánh giá hỗn hợp MA và các loại BTAP khác, từ đó xây dựng phương pháp thiết kế thành phần hỗn hợp, đề xuất các thí nghiệm và tiêu chuẩn đánh giá chất lượng hỗn hợp MA và kiến nghị áp dụng MA trong CTGT.

Chương 1: NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN VỀ HỖN HỢP M.A

1.1 Thành phần của Mastic Asphalt

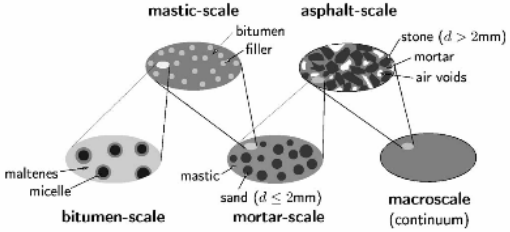
Mastic Asphalt là hỗn hợp của cốt liệu, bột khoáng và chất liên kết, trong đó thể tích của bột khoáng và chất liên kết lớn hơn thể tích các lỗ rỗng của bộ khung cốt liệu, như vậy có thể thi công bằng đúc nóng, không cần lu lèn.



Hình 1.1 Sơ đồ mô tả thành phần Bê tông asphalt và Mastic Asphalt

1.2 Cấu trúc của Mastic Asphalt

Cấu trúc của hỗn hợp MA là cấu trúc không có khung, chỉ có hệ thống hai pha, lập nên từ vật liệu khoáng và chất liên kết trong đó các hạt đá dăm dễ di chuyển do lượng thừa của chất liên kết asphalt.



Hình 1.3 Mô hình cấu trúc bê tông asphalt ở 5 tỷ lệ quan sát

1.3 Các tính chất cơ bản của Mastic Asphalt

Tính chất biến dạng của MA rất phức tạp bao gồm: *a)* biến dạng đàn hồi; *b)* biến dạng nhớt; *c)* biến dạng đàn hồi chậm; và *d)* biến dạng dẻo tùy theo điều kiện tải trọng và nhiệt độ.

1.4 Lý thuyết cơ bản về cường độ và độ ổn định của MA

1.4.1 Cường độ chống cắt trượt

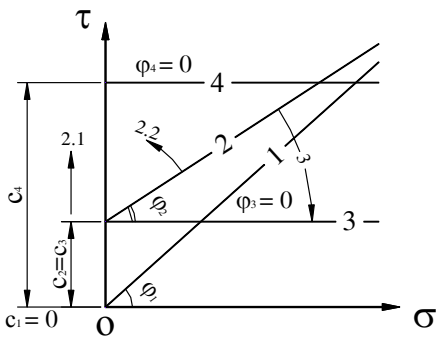
$$\tau = c + \sigma.tg\varphi \qquad (1.1)$$

- *Đường 1*: Hỗn hợp vật liệu rời rạc không có chất kết dính (c_1=0)

- *Đường 2*: Hỗn hợp bê tông asphalt

+ 2-1 : Khi tăng độ cứng bitum và bột khoáng lực dính tăng lên

+ 2-2 : Tăng kích thước hạt và nhiều đá dăm tăng góc ma sát φ



Hình 1.5 Phân tích khả năng chống cắt của các loại vật liệu

- *Đường 3*: Khi tất cả các lỗ rỗng đều được lấp đầy hỗn hợp tạo thành chất linh động, khi đó không còn lực ma sát và lực dính nhỏ. Trường hợp này độ cứng của chất liên kết asphalt không cao, hỗn hợp không thích hợp sử dụng cho đường ô tô.

- *Đường 4*: Mastic Asphalt, giống trường hợp 3 nhưng tăng độ cứng của hỗn hợp bi tum và bột khoáng, trường hợp này vì sử dụng nhựa có độ cứng lớn nên lực dính đơn vị *c* là lớn nhất, cường độ vật liệu cao nhất.

1.4.2 Cường độ chịu kéo: Cường độ chịu kéo của Mastic Asphalt chủ yếu là do lực dính của vật liệu. Dưới nhiệt độ thông thường, cường độ chịu kéo của MA sẽ tăng lên theo sự tăng của hàm lượng bitum và tốc độ gia tải, giảm xuống theo sự tăng lên của độ kim lún và nhiệt độ.

1.4.3 Cường độ chịu kéo khi uốn: Cường độ chịu kéo uốn của MA phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: *a)* vật liệu chế tạo; *b)* mức độ lão hóa của bitum; *c)* đặc tính của tải trọng tác dụng; và *d)* cường độ của các lớp kết cấu mặt đường phía dưới.

1.4.4 Đặc tính mỏi: Tuổi thọ mỏi của MA phụ thuộc vào nhiệt độ, vật liệu, tải trọng và môi trường. MA có độ cứng lớn, sử dụng cấp phối chặt, hỗn hợp có độ đặc cao, ít lỗ rỗng, sử dụng bitum có độ cứng cao, hàm lượng bitum lớn nên giảm nhỏ hiện tượng tập trung ứng suất, từ đó làm tăng tuổi thọ mỏi.

1.5 Các tính chất liên quan đến đặc tính thể tích của Mastic asphalt

Các tính chất liên quan đến đặc tính thể tích của MA có ảnh hưởng rất lớn đến độ chính xác của kết quả thiết kế thành phần MA.

1.6 Những nghiên cứu, ứng dụng của MA trên thế giới và Việt Nam

Nội dung phân tích, đánh giá những nghiên cứu của các tác giả nước ngoài về vật liệu MA. Tập hợp, phân tích quy trình công nghệ MA của các nước trên thế giới và khu vực để đề xuất công nghệ phù hợp với các điều kiện Việt Nam. Nghiên cứu về công nghệ MA của các nước sau:

- ***Tiêu chuẩn chung châu Âu về MA:*** EN13108-6 (2006);

- ***Gussasphalt ở CHLB Đức:*** **(**DIN1993) Các kết quả nghiên cứu Gussasphalt ở Đức tập trung vào những nội dung: nâng cao khả năng chịu lực, kéo dài thời gian sử dụng, giảm nhiệt độ sản xuất, thi công để tiết kiệm nhiên liệu, giảm giá thành và thân thiện với môi trường;

- ***Mastic Asphalt ở Anh:*** (BS 1447: 1988) MA thường được sử dụng cho mặt đường chịu tải trọng nặng, rải trên cầu thép, đường cho xe thô sơ, dưới ga điện ngầm và gần đây MA đang được tập trung nghiên cứu rải lớp mặt trên lớp bê tông xi măng;

- Mastic Asphalt ở Hà Lan: Những nghiên cứu gần đây ở Hà Lan chủ yếu là dùng Mastic Asphalt để làm lớp phủ bản mặt cầu thép, bãi đỗ xe và lớp sàn công nghiệp. Công nghệ MA ở Hà Lan giống như của Đức;

- Sử dụng Gussasphalt ở Nga: Nghiên cứu MA phù hợp với vùng lạnh;

- Sử dụng Gussasphalt ở Nhật Bản: Được phát triển từ năm 1950 theo công nghệ Đức. Hiện nay sử dụng MA trên bản cầu thép, mặt đường;

- Nghiên cứu Gussasphalt ở Đài Loan: MA ở Đài Loan theo công nghệ Đức, Nhật Bản. Những nghiên cứu ở các trường Đại học Quốc gia, Đại học Thành Công từ những năm 2000 trở lại đây đều tập trung vào nghiên cứu bản chất của GA, thành phần và các đặc tính cơ học, sử dụng GA làm lớp phủ trên các mặt cầu thép, cầu bê tông, mặt đường cao tốc để đảm bảo chịu được lượng giao thông ngày càng tăng và điều kiện khí hậu nhiệt đới đại dương, nóng ẩm, mưa nhiều;

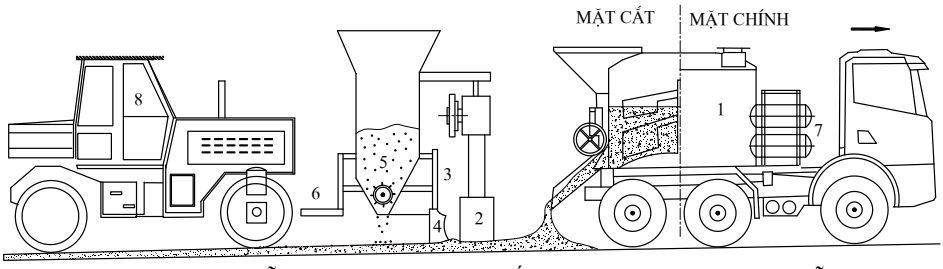
Hình 1.12: Rải thử nghiệm Gussasphalt ở Đại học Quốc gia Đài Loan 2002

- Nghiên cứu MA ở Trung Quốc: Mastic Asphalt theo công nghệ Anh được sử dụng chủ yếu trên bản mặt cầu thép ở Trung Quốc. Nội dung nghiên cứu phân tích công nghệ MA. Phân tích hư hỏng của lớp MA rải trên bản mặt cầu Giang Âm để rút ra những kinh nghiệm ở Việt Nam;

- Nghiên cứu MA ở Việt Nam: Những nghiên cứu và ứng dụng của MA cho đến nay rất ít, chỉ có các bài báo phân tích ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng MA khi lựa chọn kết cấu lớp phủ mặt cầu của GS.TS.Nguyễn Xuân Đào (1985), PGS.TS.Nguyễn Hữu Trí (2005), Mai Triệu Quang,…

1.7 Công nghệ thi công Mastic Asphalt

Công nghệ thi công MA: Bao gồm sản xuất, vận chuyển, rải san và hoàn thiện, không cần lu lèn. Trong đó cần phải rải đá găm tạo nhám vào hỗn hợp đang còn nóng, đá găm được lu găm vào MA bằng lu nhẹ.



1- Thùng chứa và trộn hỗn hợp MA; 7- Bộ phận cấp bù nhiệt; 2- Gạt trải sơ bộ hỗn hợp; 3- Thanh nâng điều chỉnh chiều dày rải bằng thủy lực ; 4- Điều chỉnh chiều dày rải; 5- Bộ phận chứa và rải đá găm tạo nhám; 6- Kiểm tra; 8- Lu nhẹ đá găm vào hỗn hợp.

Hình 1.18: Sơ đồ công nghệ thi công hỗn hợp MA bằng máy

Hình 1.19: Thi công hỗn hợp MA ở Frankfurt – Đức

1.8 Tính khả thi khi áp dụng Mastic Asphalt ở Việt Nam

- Tính kinh tế khi sử dụng MA: Chi phí xây dựng ban đầu lớn nhưng với tuổi thọ cao, chi phí bảo trì thấp nên MA vẫn là lựa chọn đầu tiên để làm lớp phủ bản mặt cầu, mặt đường cao tốc.

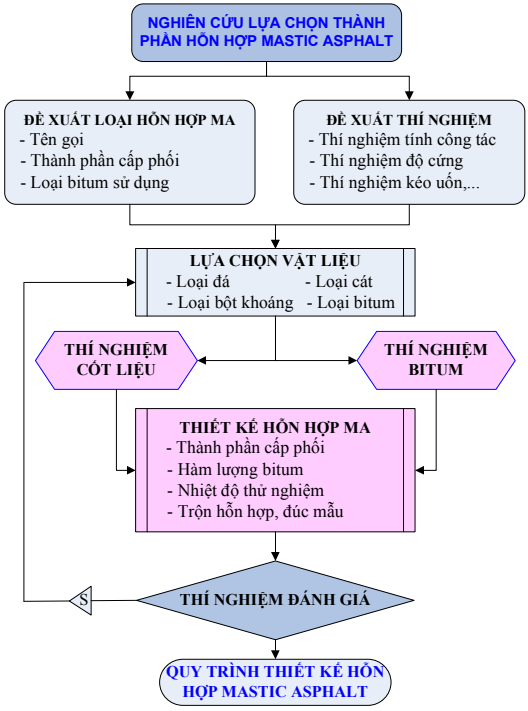
- Khả năng công nghệ: Luận án đã phân tích và kết luận: Công nghệ MA hoàn toàn có thể đáp ứng được với các điều kiện Việt Nam.

Chương 2: NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN THÀNH PHẦN VÀ PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ HỖN HỢP M.A

Nội dung của chương là đề xuất các loại hỗn hợp MA, xây dựng các thí nghiệm đánh giá hỗn hợp, quy trình đúc mẫu trong phòng, thực nghiệm xác định các đặc tính cơ, lý và phân tích đưa ra những giá trị giới hạn phù hợp với các điều kiện đặc thù. Mục tiêu nhằm xây dựng phương pháp thiết kế thành phần hỗn hợp, xác định hàm lượng bitum tối ưu.

2.1 Đề xuất loại hỗn hợp Mastic Asphalt

Đề xuất và nghiên cứu 3 loại hỗn hợp là MA 12.5; MA 9.5 và MA 4.75 theo công nghệ Đức, với D là cỡ hạt danh định lớn nhất, chuẩn hóa bộ sàng theo ASTM. Độ rỗng V_a tối đa đề xuất là 2%, độ rỗng cốt liệu VMA từ 16% đến 18%, các đề xuất này được chứng tỏ bằng thực nghiệm.



Hình 2.1: Sơ đồ nghiên cứu lựa chọn thành phần hỗn hợp MA

Trên cơ sở các phân tích và tập hợp kinh nghiệm của các nước sử dụng nhiều MA như trình bày ở trên, dùng phương pháp biểu đồ để đề xuất cấp phối của 3 loại hỗn hợp MA như Bảng 2.1, các cấp phối đề nghị thỏa mãn mục tiêu tạo được hỗn hợp MA có độ đặc tối đa và vật liệu MA thỏa mãn các yêu cầu về độ cứng, độ bền, độ linh động được chứng tỏ bằng thực nghiệm. Luận án phân tích và chỉ ra được nên sử dụng đá có gốc bazơ làm vật liệu khoáng để sản xuất MA. Đá vôi để nghiền bột khoáng ngoài chỉ tiêu cường độ còn phải có hàm lượng $CaCO_3 \geq 85\%$.

Bảng 2.1: Đề xuất cấp phối hỗn hợp MA ở Việt Nam

d (mm)	Lượng lọt qua sàng (%)					
	MA12.5		MA9.5		MA4.75	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
16	100	100				
12.5	90	100	100	100		
9.5	76	95	80	95	100	100
4.75	55	83	54	83	77	95
2.36	42	72	42	71	54	80
1.18	35	62	35	62	40	65
0.6	30	54	30	54	33	54
0.3	25	46	25	46	27	47
0.15	21	40	21	40	23	43
0.075	18	35	18	35	20	40

Bảng 2.2: Giới hạn nhiệt độ của hỗn hợp khi sử dụng bitum quánh

Loại bitum sử dụng	Nhiệt độ (^{0}C)
20/30	210 - 240
30/45; 40/60; PmB II	200 - 230
60/70; PmB I	190 - 230

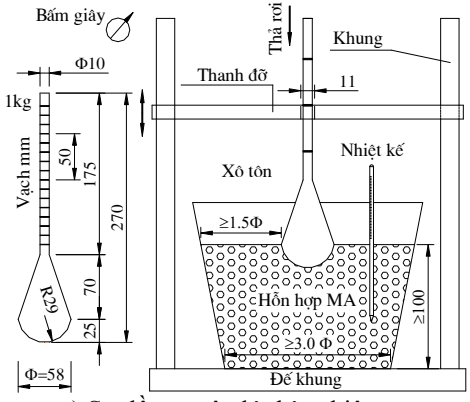
Lựa chọn loại bitum thích hợp với các điều kiện khí hậu và tải trọng được đề xuất các loại bitum sử dụng như Bảng 2.2. Nhiệt độ lớn đảm bảo ở trạm trộn và nhiệt độ nhỏ ở nơi rải, nhiệt độ bitum trộn đảm bảo độ nhớt nhỏ hơn 0.2Pa.s.

Tỷ lệ BK/B hợp lý từ 3.0 đến 4.0 và chiều dày màng bitum tính toán theo lý thuyết tốt nhất vào khoảng từ 7.5 đến 10.0 µm. Hàm lượng bitum tính theo tổng khối lượng hỗn hợp trong khoảng từ 6.8% đến 8.0%.

2.2 Đề xuất các thí nghiệm đánh giá hỗn hợp Mastic Asphalt

Tác giả đã tiến hành nghiên cứu, đề xuất, cải tiến, chế tạo và chuẩn hóa các thí nghiệm. Xây dựng được điều kiện, nhiệt độ và quy trình thí nghiệm. Kiến nghị được các giá trị giới hạn của kết quả thí nghiệm.

1. Thí nghiệm đánh giá tính công tác (độ linh động của MA khi san rải): Tính công tác hay tính dễ thi công là tính chất kỹ thuật của hỗn hợp MA, nó biểu thị khả năng linh động của hỗn hợp MA dưới tác dụng của trọng lượng bản thân ở nhiệt độ thi công.

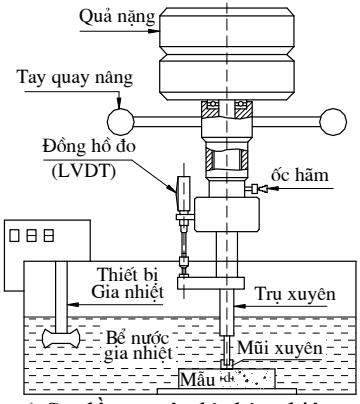


a) Sơ đồ nguyên lý thí nghiệm

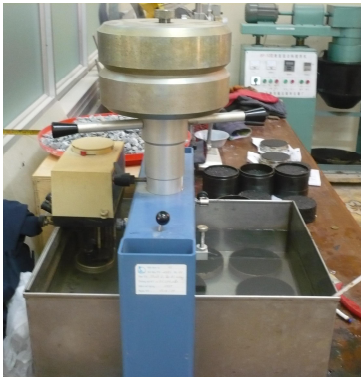
b) Thiết bị thí nghiệm

Hình 2.12: Thí nghiệm Lueer xác định tính công tác của hỗn hợp MA

2. Thí nghiệm độ xuyên không hồi phục HNT – Hardness Number Test: Là thí nghiệm quan trọng nhất đánh giá độ cứng của MA ở nhiệt độ cao. Nhiệt độ xuyên đề xuất với điều kiện khí hậu Việt Nam là 60^0C và 40^0C.



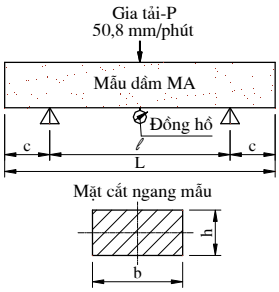
a) Sơ đồ nguyên lý thí nghiệm



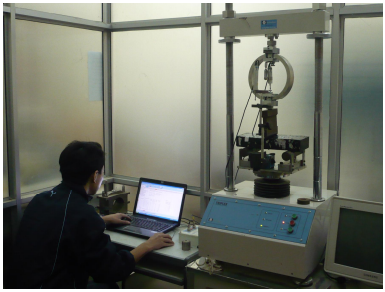
b) Thiết bị thí nghiệm

Hình 2.13: Thí nghiệm độ xuyên không hồi phục MA – HNT

3. Thí nghiệm uốn mẫu dầm ở nhiệt độ thấp - Bending Test: Đánh giá khả năng chống nứt của MA dưới tác dụng của tải trọng ở nhiệt độ 15^{0}C.



a) Sơ đồ nguyên lý thí nghiệm



b) Thiết bị thí nghiệm GTVT

Hình 2.5: Thí nghiệm kéo-uốn mẫu dầm MA

Và thí nghiệm vệt hằn bánh xe Wheel Tracking mang tính nghiên cứu.

2.3 Lựa chọn vật liệu thiết kế hỗn hợp Mastic Asphalt

- Vật liệu khoáng: Sử dụng loại vật liệu từ trạm trộn BTN của Công ty CTGT 3 Hà Nội và Công ty XDCTGT 810;
- Bitum: Shell 60/70; Shell PmB-I; Total 20/30 và Total 30/45 (Đức).

2.4 Quy trình đúc mẫu hỗn hợp MA trong phòng thí nghiệm

Luận án đã lựa chọn và đề xuất được các loại máy móc và dụng cụ thí nghiệm. Xây dựng được trình tự đúc mẫu MA trong phòng thí nghiệm.

2.5 Nghiên cứu lựa chọn cấp phối hỗn hợp Mastic Asphalt

- Tiến hành đúc các mẫu với 3 loại MA và 5 cấp phối (CP1-CP5) với hàm lượng bitum Shell 60/70 bằng 7.0%, mỗi tổ mẫu đúc 3 mẫu;
- Đánh giá tính công tác và thí nghiệm xuyên HNT cho các tổ mẫu ở điều kiện nhiệt độ 60^{0}C để tìm ra cấp phối tối ưu;
- Phân tích kết quả thí nghiệm rút ra được tỷ lệ BK/B hợp lý từ 3.0 đến 4.0 và chiều dày màng bitum vào khoảng từ 7.5 đến 10.0 µm;
- Cấp phối đề xuất được: MA12.5 và MA9.5 là CP2; MA4.75 là CP4:

d (mm)	16	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
MA12.5 CP2	100.0	95.0	80.0	63.0	50.0	42.0	37.0	32.0	29.0	26.0
MA9.5 CP2		100.0	82.0	62.5	50.0	42.7	37.8	33.0	29.0	26.0
MA4.75 CP4			100.0	78.0	58.0	43.0	35.0	31.0	29.0	27.0

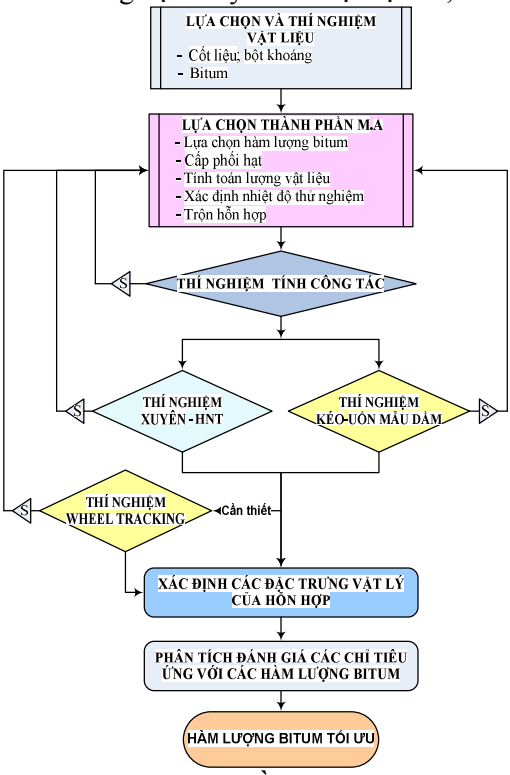
2.6 Xây dựng phương pháp thiết kế thành phần hỗn hợp MA

Mục đích của việc thiết kế thành phần hỗn hợp MA phù hợp với yêu cầu về khai thác (vùng khí hậu, đặc tính chịu tải) và có tính kinh tế.

* Đã đề xuất được các bước thiết kế hỗn hợp MA:

1. Đánh giá và lựa chọn vật liệu sử dụng: Cốt liệu, bột khoáng, bitum

2. Tính toán và lựa chọn hỗn hợp vật liệu khoáng: Theo cấp phối đề xuất.
3. Chế tạo mẫu thử với tỷ lệ bitum khác nhau: từ 6.8 đến 8.0% theo tổng khối lượng hỗn hợp, thay đổi hàm lượng bitum từ ±0.3% đến ±0.5%.
4. Thí nghiệm về các đặc tính vật lý và cơ học: Thí nghiệm tính công tác; Thí nghiệm xuyên ở nhiệt độ cao; TN uốn mẫu dầm MA ở nhiệt độ thấp.



Hình 2.25: Sơ đồ các bước lựa chọn hàm lượng bitum tối ưu

Ngoài ra nếu có yêu cầu đặc biệt thì tiến hành thí nghiệm Wheel Tracking để xác định chiều sâu vệt hằn bánh xe.

5. Tính toán và phân tích các đặc trưng vật lý của hỗn hợp.

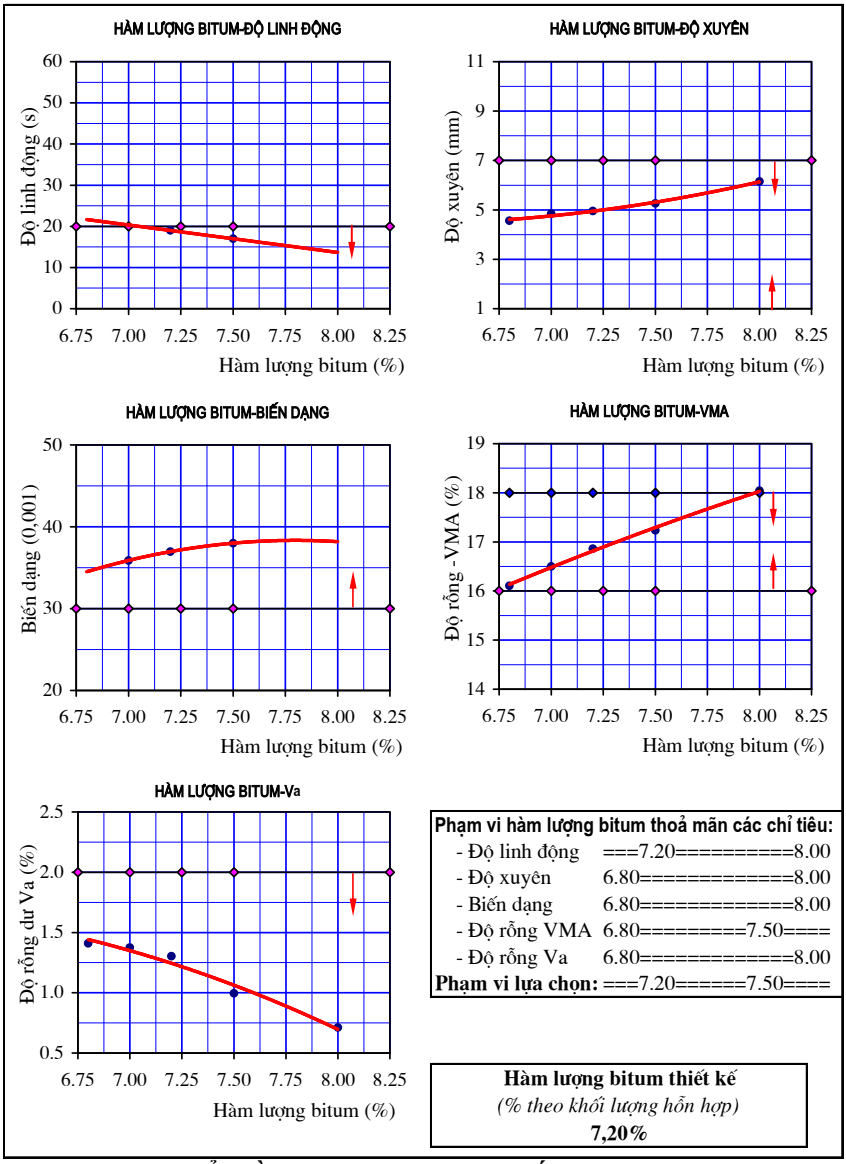
6. Lựa chọn hỗn hợp thiết kế tối ưu: Lập các biểu đồ, xác định lượng bitum tối ưu cho từng chỉ tiêu và lượng bitum tối ưu của MA bằng phương pháp biểu đồ.

7. Phân tích thành phần của MA: Lập các bảng phân tích thành phần hỗn hợp vật liệu khoáng, thành phần bitum và các chỉ tiêu cơ học và vật lý đã đạt được trong thiết kế.

2.7 Chương trình nghiên cứu thực nghiệm

Thực nghiệm được tiến hành đối với MA12.5 CP2; MA9.5 CP2 và MA4.75 CP4, cấp phối không thay đổi với hàm lượng bitum : 6.8; 7.0; 7.2; 7.5; 8.0%. Có 4 loại bitum được sử dụng: Total 20/30; Total 30/45 (lấy từ Đức); Shell 60/70 và Shell PmBI (chủ yếu là các loại 30/45; PmBI và 60/70). Nhiệt độ nung cốt liệu và bitum; trộn hỗn hợp và thời gian trộn được quy định chặt chẽ.

Tất cả các thí nghiệm được thực hiện tại Việt Nam, ở các phòng thí nghiệm Đường bộ, VLXD, VILAS047 - Đại học GTVT; Phòng thí nghiệm trọng điểm đường bộ 1. Một vài thí nghiệm mang tính tham khảo đối chứng được thực hiện tại trường Đại học TU Darmstadt – Đức. Kết quả xây dựng được giới hạn cho thí nghiệm, cấp phối cốt liệu, xác định được hàm lượng bitum tối ưu cho các hỗn hợp từ 7.0-7.5%. (Bảng 2.37).



Hình 2.46: Các biểu đồ xác định lượng bitum tối ưu của MA9.5CP2 30/45

2.8 Đề xuất yêu cầu về các chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp MA

Tác giả đề xuất được yêu cầu về các chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp MA: Vật liệu khoáng; Thành phần cấp phối; Chất liên kết; Các chỉ tiêu cơ lý và thí nghiệm đánh giá. (Xem Bảng 2.38)

Bảng 2.37: Kết quả thiết kế thành phần hỗn hợp Mastic Asphalt

Thành phần	MA12.5	MA9.5	MA4.75
Vật liệu khoáng	% theo khối lượng vật liệu khoáng		
- Cốt liệu thô: >2.36	50.00	50.00	42.00
- Cốt liệu mịn: 0.075-2.36	24.00	24.00	31.00
- Bột khoáng: <0.075	26.00	26.00	27.00
Bitum	% theo tổng khối lượng hỗn hợp		
- Total 30/45	7.20	7.20	7.50
- Shell PmBI	7.20	7.20	7.50
- Shell 60/70	7.00	7.00	7.20

Bảng 2.38: Các yêu cầu kỹ thuật chủ yếu của Mastic Asphalt

TT	Các chỉ tiêu	ĐV	MA 12.5	MA 9.5	MA 4.75	Phương pháp thí nghiệm
I	**Vật liệu khoáng**					
1	Giới hạn bền nén của đá gốc nghiền ra đá dăm, cát	MPa	Min.80			TCVN 1772-87
2	Độ hao mòn LosAngeles -LA	%	Max.25			22 TCN 318-04
3	Hàm lượng hạt thoi dẹt	%	Max.15			TCVN 1772-87
4	Độ dính bám của đá với nhựa đường	Cấp	Min.cấp 4			22 TCN 279-01
5	Hệ số đương lượng cát xay của cỡ hạt 0-4.75mm	ES, %	Min.50			AASHTO T176-02
6	Giới hạn bền nén đá gốc $CaCO_3$ nghiền bộtkhoáng	MPa	Min.20			TCVN 1772-87
7	Hàm lượng $CaCO_3$ trong đá gốc nghiền bột khoáng	%	Min.85			BS 6463:2
II	**Thành phần cấp phối**					
1	Tập hợp hạt nhỏ $0.075<d \leq 2.36$mm EC_{35}	%	Min.35		-	
2	Đường cong cấp phối		Lượng lọt qua sàng			
	16 mm	%	100-100			Sàng mắt vuông theo tiêu chuẩn ASTM
	12.5 mm	%	90-100	100-100		
	9.5 mm	%	76-95	80-95	100-100	
	4.75 mm	%	55-83	54-83	77-95	
	2.36 mm	%	42-72	42-71	54-80	
	1.18 mm	%	35-62	35-62	40-65	
	0.6 mm	%	30-54	30-54	33-54	
	0.3 mm	%	25-46	25-46	27-47	
	0.15 mm	%	21-40	21-40	23-43	
	0.075 mm	%	18-35	18-35	20-40	
III	**Chất liên kết**					

TT	Các chỉ tiêu	ĐV	MA 12.5	MA 9.5	MA 4.75	Phương pháp thí nghiệm
1	Loại bitum sử dụng		20/30 30/45; 60/70 PmB-I, PmB-II, PmB-III		30/45 60/70 PmB-I PmB-II	Bitum quánh gốc dầu mỏ
2	Hàm lượng bitum theo tổng khối lượng hỗn hợp	%	6.8-8.0		7.0-8.0	
3	Độ dính bám với đá	Cấp	Min.cấp 4			22 TCN 279-01
IV	**Các chỉ tiêu cơ lý**					
1	Tính công tác của hỗn hợp ở nhiệt độ thiết kế	giây	Max.20			Nhiệt độ tùy loại bitum
2	Độ xuyên lún ở 60^0C áp lực 10MPa, thời gian 70s	mm	Max.7		Max.8	EN12697-21 Pro W
3	Độ xuyên lún ở 40^0C áp lực 1.05 MPa, 60min	mm	Max.3		Max.4	EN12697-20 Pro C
4	Biến dạng tương đối khi uốn mẫu dầm ở 15^0C	10^{-3}	Min.30			JTJ052 –2000 T0715-1993
5	Độ sâu hằn vệt bánh xe Wheel Tracking Test	mm	Max.8 20000 chu kỳ, P= 0,7 MPa			EN 12697-22 Pro B - 60^0C
6	Độ rỗng dư Va	%	Max.2			AASHTO T 269-97 (98)
7	Độ rỗng cốt liệu VMA	%	16-18			

Chương 3: NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM CÁC CHỈ TIÊU PHỤC VỤ THIẾT KẾ VÀ KHAI THÁC MASTIC ASPHALT

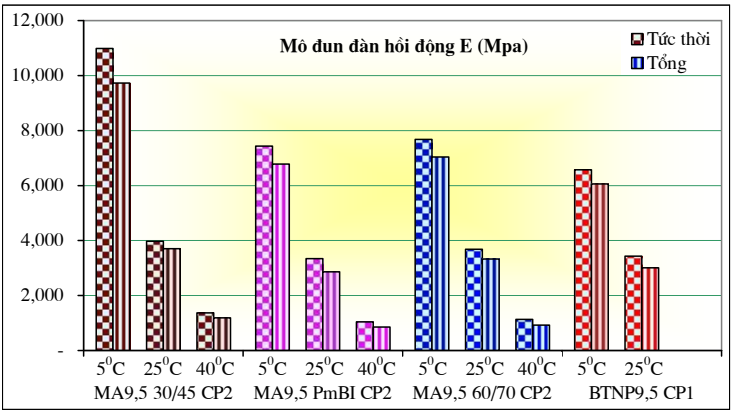
Luận án tập trung nghiên cứu vật liệu MA9.5 sử dụng các loại bitum Total 30/45; Shell PmB-I và Shell 60/70 với cấp phối và hàm lượng bitum tối ưu đã được xác định. Ngoài ra để đánh giá hỗn hợp MA, luận án còn tiến hành so sánh các kết quả thí nghiệm với các loại BTAP chặt thông thường BTNC9.5; BTNP9.5; BTAP có độ nhám cao VTO với cùng loại cốt liệu và bitum để đối chứng.

Tổ hợp mẫu và trình tự thí nghiệm như Bảng 3.4, máy móc và thiết bị thí nghiệm hiện đại và hợp chuẩn. Kết quả thí nghiệm đánh giá chất lượng vật liệu MA và tham khảo khi thiết kế và khai thác kết cấu áo đường có sử dụng MA theo các tiêu chuẩn hiện hành.

* Thí nghiệm kéo gián tiếp tải trọng lặp xác định mô đun đàn hồi động và thí nghiệm mô đun phức động được thực hiện trên thiết bị Cooper được Trường Đại học GTVT nhập nguyên bộ đầu năm 2009. Kết quả thí nghiệm thể hiện ở Hình 3.8; Bảng 3.8 và Hình 3.12.

Bảng 3.4: Tổ hợp mẫu và trình tự thí nghiệm

TT	Loại hỗn hợp	Loại mẫu	Total 30/45	Shell PmB-I	Shell 60/70	Tổng	Ghi chú
I. Mô đun đàn hồi tải trọng tĩnh ở 25^0C-30^0C						**15**	**TN không phá hủy**
1	MA9.5CP2	Marshall	3	3	3	9	Tận dụng lại
2	BTNC9.5CP1	D=101,6mm	-	-	3	3	Tận dụng lại
3	BTNC9.5CP2	H=63,5mm	-	-	3	3	Tận dụng lại
II. Xác định cường độ ép chẻ ở 25^0C						**16**	**TN Phá hủy**
1	MA9.5CP2	Marshall	3	3	3	9	Tận dụng mẫu MĐĐH
2	BTNC9.5CP1	D=101,6mm	-	-	3	3	Tận dụng mẫu MĐĐH
3	BTNP9.5CP1	H=63,5mm	-	2	-	2	Đúc mới
4	VTO9.5		-	2	-	2	Đúc mới
III. Xác định cường độ ép chẻ ở 15^0C						**12**	**TN Phá hủy**
1	MA9.5CP2	Marshall	3	3	3	9	Đúc mới
2	BTNC9.5CP2	D=101,6mm H=63,5mm	-	-	3	3	Đúc mới
IV. Xác định MĐ ĐH động ở 5^0C 25^0C và 40^0C						**8**	**TN không phá hủy**
1	MA9.5CP2	Marshall	2	2	2	6	Đúc mới
2	BTNP9.5CP1	H=63,5mm	-	2	-	2	Đúc mới
V. Xác định cường độ dính bám giữa 2 lớp						**18**	**TN Phá hủy**
1	MA9.5CP2	Đổ MA trên mẫu BTN cũ	-	9	9	18	Mẫu trên dày 40mm Đổ trong khuôn MS
VI. Xác định lực dính đơn vị c						**15**	**TN Phá hủy**
1	MA9.5CP2	Đúc mẫu đầy	-	6	6	12	Mẫu đầy khuôn MS
2	Mẫu khoan	Mặt đường cũ			3	3	Khoan ngoài thực tế
VII. Xác định sức chống trượt bằng TN Con lắc Anh						**2**	**TN không phá hủy**
1	MA9.5CP2	Tổ 3 mẫu dầm	-		1	1	Không có đá găm
2	MA9.5CP2	100x300x50	-		1	1	Có đá găm

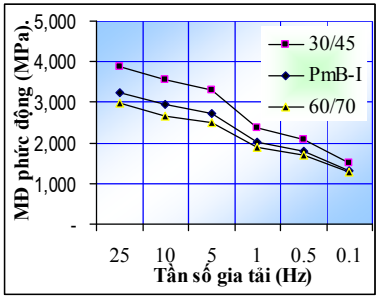


Hình 3.8: Mô đun đàn hồi của các loại BTAP

Kết quả Hình 3.8 cho thấy: Mô đun đàn hồi kéo gián tiếp tải trọng lặp của MA giảm nhiều khi nhiệt độ tăng và có giá trị lớn hơn từ 8 - 10 lần của mô đun đàn hồi nén, tải trọng tĩnh ở cùng nhiệt độ thí nghiệm.

Bảng 3.8: Kết quả mô đun phức động

Tần số (Hz)	Thời gian (s)	Mô đun phức động (MPa)		
		MA9.5 30/45 7,2%	MA9.5 PmBI 7,2%	MA9.5 60/70 7,0%
25	0.04	3,890.90	3,252.97	2,987.80
10	0.1	3,557.73	2,936.98	2,655.04
5	0.2	3,292.04	2,724.28	2,496.58
1	1	2,366.18	2,027.61	1,905.69
0.5	2	2,067.79	1,787.33	1,688.97
0.1	10	1,502.77	1,325.68	1,292.99

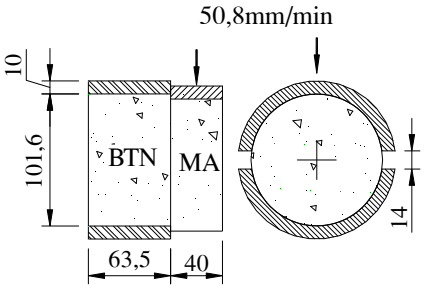


Hình 3.12: Biểu đồ mô đun phức động

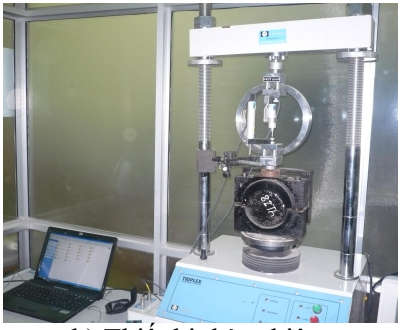
Phân tích mối quan hệ của mô đun phức động và tần số gia tải ở Hình 3.12 cho thấy với tần số gia tải lớn tương ứng với thời gian tác dụng của tải trọng ngắn cho giá trị mô đun phức động lớn hơn.

* Tác giả đề xuất các mô hình thí nghiệm xác định cường độ dính bám giữa lớp MA phía trên và lớp BTAP thường phía dưới; Thí nghiệm xác định lực dính c và thí nghiệm xác định cường độ kéo-uốn của hỗn hợp MA. Tác giả đã nghiên cứu, cải tiến và gia công chế tạo bộ khuôn cắt Leutner, tích hợp vào máy Marshall thiết bị đồng bộ thu nhận số liệu lực và chuyển vị được kết nối với máy tính để tự động lưu kết quả thí nghiệm. (Hình 2.5 và Hình 3.13)

Từ phân tích lý thuyết và kết quả thí nghiệm dính bám tác giả đề xuất mô hình "*hai lớp vật liệu đồng nhất dính chặt*" chính là "*một lớp có chiều dày bằng tổng 2 lớp*". Kết quả được phân tích và tính toán mức độ dính kết giữa các lớp BTAP thực tế chỉ bằng bằng 20% dính chặt tuyệt đối.

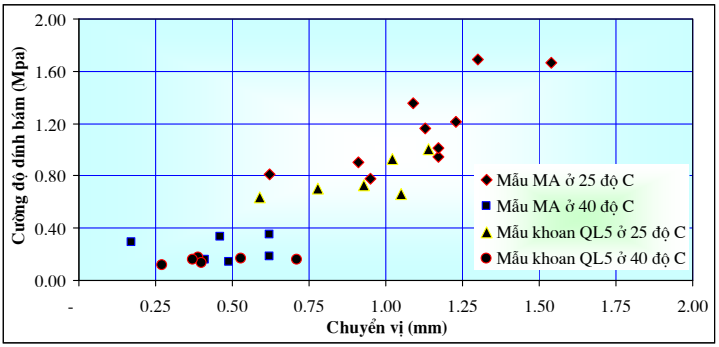


a) Sơ đồ nguyên lý thí nghiệm

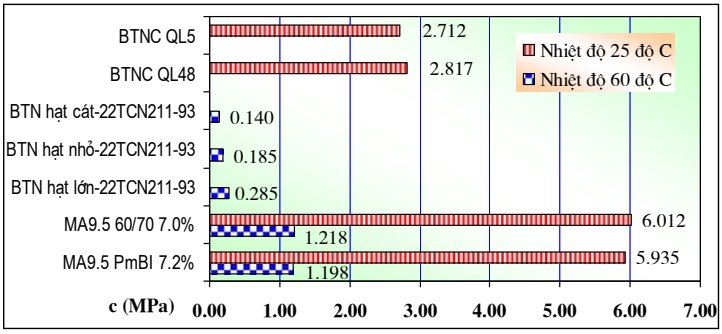


b) Thiết bị thí nghiệm

Hình 3.13: Thí nghiệm Leutner xác định cường độ dính bám



Hình 3.14: Biểu đồ giá trị cường độ dính bám MA và lớp dưới



Hình 3.16: Biểu đồ lực dính đơn vị của MA và BTAP thường

* Nghiên cứu sự hóa cứng của chất liên kết asphalt trong MA được thực hiện với bitum 60/70 và bột khoáng với các tỷ lệ khác nhau. Sau đó thí nghiệm nhiệt độ hóa mềm, độ kim lún, độ xuyên HNT, màng bitum.

Phân tích các kết quả thí nghiệm nhận thấy bột khoáng đóng vai trò rất quan trọng trong hỗn hợp MA, loại bột khoáng và hàm lượng có ảnh hưởng đến độ cứng hỗn hợp, nhiệt độ hóa mềm.

Chương 4: ỨNG DỤNG CỦA MASTIC ASPHALT TRONG CÁC CÔNG TRÌNH TRÊN ĐƯỜNG Ô TÔ

4.1 Các kết cấu mặt đường sử dụng hỗn hợp MA

- Những phân tích về cấu tạo kết cấu áo đường mềm

Các nội dung phân tích, đánh giá là: ứng suất trong nền đất; độ võng tại bề mặt mặt đường; ứng suất kéo-uốn ở đáy lớp mặt và các lớp móng; ứng suất cắt-trượt lớn nhất ở bề mặt lớp mặt và vị trí tiếp xúc giữa các lớp tùy thuộc vào điều kiện dính kết.

- Mô hình tải trọng nghiên cứu trạng thái ứng suất, biến dạng

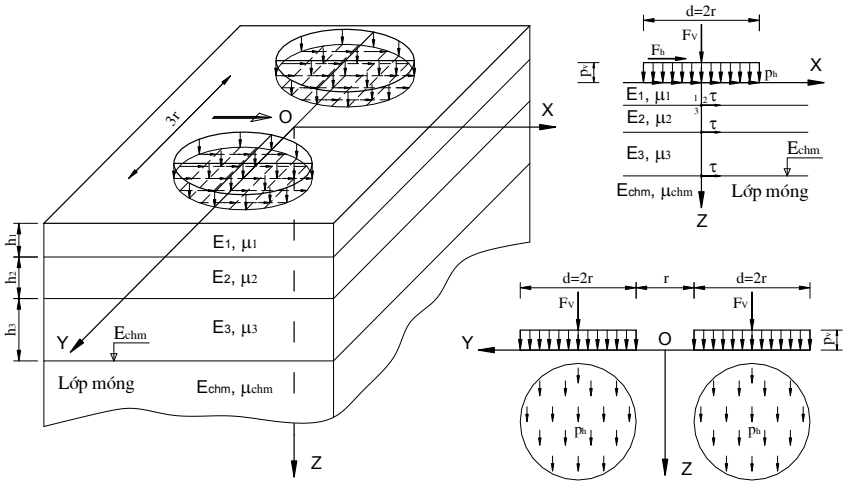
Tác giả tập trung nghiên cứu ảnh hưởng của tải trọng ngang đến trạng thái ứng suất, biến dạng trong kết cấu áo đường mềm.

Tác giả xét đến tác dụng của tải trọng ngang phân bố đều trên 2 vòng tròn vệt tiếp xúc với các giá trị áp lực $p_h=(0.2\text{-}0.3)p_v$ khi xe chạy; $p_h=(0.5\text{-}0.6)p_v$ khi tăng, giảm tốc; và khi hãm xe $p_h=(0.7\text{-}0.8)p_v$.

Tác giả đề nghị mô hình 2 vòng tròn tương đương như Hình 4.2.

Tải trọng tiêu chuẩn nghiên cứu:

- Tải trọng trục đơn, bánh kép: $P=2F_v=100kN$
- Áp lực tác dụng lên vệt bánh: $p_v=0.7$ MPa
- d vệt bánh tương đương: $d=2r=21$ cm
- Bán kính tương đương: $r=10.5$ cm
- Cự ly giữa 2 vết bánh xe: $3r=2x15.75$cm



Hình 4.2: Mô hình tải trọng đề nghị nghiên cứu ứng suất biến dạng

- Phân tích trạng thái ứng suất, biến dạng trong kết cấu áo đường

Sử dụng phần mềm BISAR3.0 của Shell để khảo sát, đánh giá trạng thái ứng suất, biến dạng, mỏi. Khảo sát cho 3 loại kết cấu KC1, KC2, KC3 có sử dụng MA và BTAP bằng cách thay đổi các thông số h, E và μ. Giới hạn các thông số vật liệu được sử dụng từ kết quả thí nghiệm ở Chương 3 và tiêu chuẩn 22TCN211-06 với loại BTAP chất lượng tốt. Giá trị tải trọng ngang, điều kiện tiếp xúc và mô đun đàn hồi chung trên mặt lớp móng tiến hành khảo sát được tập hợp ở Bảng 4.4.

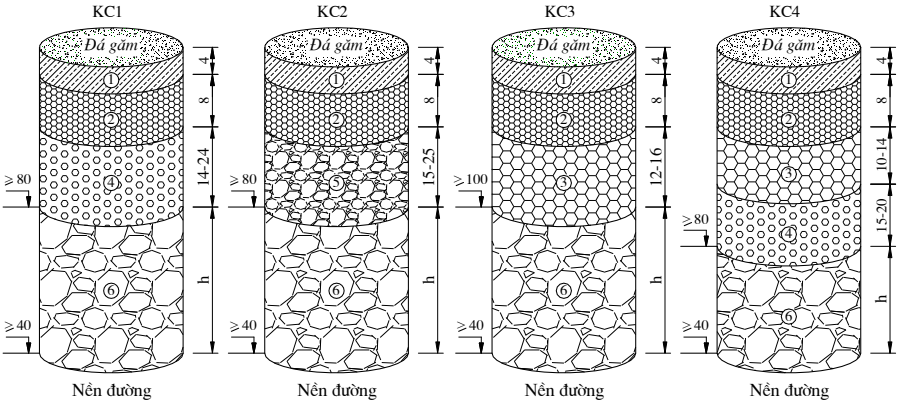
Bảng 4.4: Điều kiện tải trọng, giá trị E_{chm} và điều kiện tiếp xúc

Tải trọng ngang p_h		Điều kiện tiếp xúc giữa các lớp		Mô đun E_{chm} (MPa)	
Giá trị	Ký hiệu	Mô tả	Ký hiệu	Giá trị	Ký hiệu
0% p_v 20% p_v 50% p_v 80% p_v	T0 T2 T5 T8	Tất cả các lớp đều liên tục	X1	80	M1
		Tất cả các lớp đều dính 20%	X2	90	M2
		Lớp 1,2 chuyển dịch; lớp 2,3 dính 20%; lớp 3,4 liên tục	X3	100	M3
		Lớp 1,2 chuyển dịch; lớp 2,3 chuyển dịch; lớp 3,4 liên tục	X4	110	M4
		Lớp 1,2 dính 20%; lớp 2,3 dính 20%; lớp 3,4 liên tục	X5	120	M5

- Các kết cấu đề xuất

Trên cơ sở các phân tích trạng thái ứng suất biến dạng ở trên tác giả đề xuất các kết cấu định hình sử dụng cho các đường cao tốc, đường ô tô cấp III trở lên như Hình 4.18. Các định hình là mở, chỉ định hình các lớp mặt, còn với nhiều loại kết cấu móng khác nhau, trên cơ sở điều kiện cụ thể các kỹ sư tính toán cường độ theo các tiêu chuẩn thiết kế và các nhà đầu tư sẽ lựa chọn kết cấu phù hợp.

+ Các kết cấu sử dụng trên đường cao tốc, đường ô tô làm mới:



Hình 4.18: Các kết cấu đề xuất cho đường cao tốc, đường ô tô

1 – Lớp MA9.5
2 – Lớp BTAP chặt BTNC19
3 – Lớp BTAP rỗng BTNR25
4 – Lớp cấp phối đá dăm gia cố xi măng
5 – Lớp móng cấp phối đá dăm loại 1
6 – Lớp móng cấp phối đá dăm loại 2

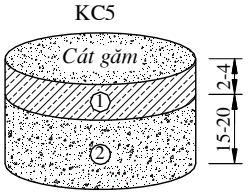
+ Các kết cấu sử dụng trên đường ô tô nâng cấp:

Lớp MA dày 3-4cm trên cùng được găm đá tăng độ bám, tùy trường hợp cụ thể mà lựa chọn lớp BTAP cùng với lớp bù vênh, tạo nhám phía dưới.

+ Các kết cấu sử dụng cho các bến xe bus

Tại các bến xe bus có lực ngang lớn đề xuất sử dụng KC1, KC3, KC4

+ Các kết cấu sử dụng cho đường xe đạp, đi bộ



Hình 4.19: Kết cấu MA cho đường xe đạp, đi bộ

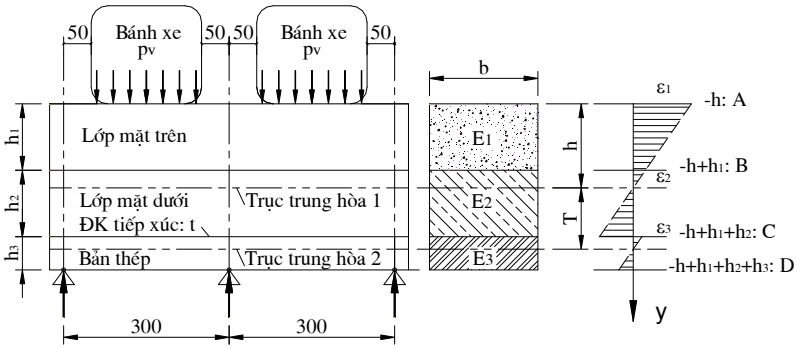
1. Lớp MA4.75 dày 2-4cm sử dụng nhựa quánh 60/70, trên có găm cát hạt thô cứng sắc hoặc lu tạo rãnh tăng khả năng chống trơn trượt. Có thể tạo màu để tăng mỹ quan.

2. Lớp móng có thể sử dụng đá, cát gia cố xi măng, bê tông xi măng mác thấp hoặc cấp phối đá dăm đầm chặt.

3.2 Các kết cấu sử dụng MA trên bản mặt cầu

- Các kết cấu áp dụng cho bản mặt cầu thép trực hướng

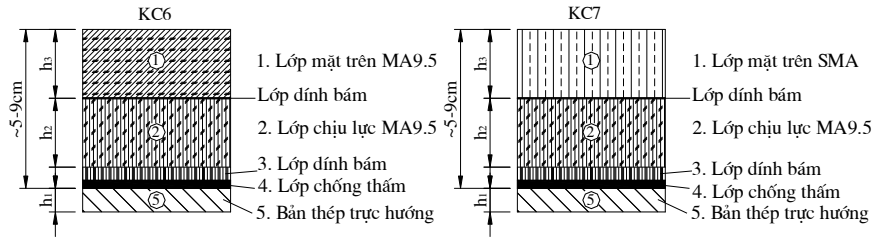
+ Tác giả nghiên cứu các mô hình nghiên cứu trạng thái ứng suất biến dạng trong kết cấu bản mặt và đề xuất mô hình dầm liên tục áp dụng:



Hình 4.20: Sơ đồ nghiên cứu ứng suất, biến dạng

+ Khảo sát trạng thái ứng suất, biến dạng của hệ dầm composite liên tục trong kết cấu nhằm tìm ra được tổ hợp các lớp BTAP thích hợp nhất và chứng minh được sử dụng hỗn hợp MA ưu việt hơn bê tông nhựa thường

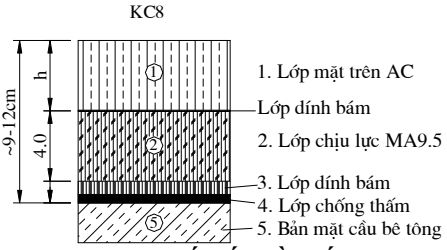
+ Trên các cơ sở phân tích kinh nghiệm thiết kế, khai thác bản mặt cầu trên thế giới và ở Việt Nam, trên cơ sở nghiên cứu trạng thái ứng suất biến dạng trong kết cấu bản mặt cầu, tác giả đề nghị các kết cấu:



Hình 4.25: Các kết cấu đề xuất sử dụng trên mặt cầu thép

h_1=1.2-1.4cm; h_2=3.0-5.0cm; h_3=3.0-4.0cm;

+ Ngoài các kết cấu KC6, KC7 có thể sử dụng cho bản mặt cầu bê tông tác giả còn kiến nghị kết cấu KC8 với lớp mặt trên bê tông nhựa chặt rải nóng AC hoặc lớp SMA với chiều dày h=3-5cm.



Hình 4.26: Các kết cấu đề xuất sử dụng trên mặt cầu bê tông

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Mastic Asphalt là loại BTAP có nhiều ưu điểm, đã và đang được sử dụng rộng rãi trong xây dựng công trình giao thông ở nhiều nước tiên tiến và trong khu vực trong những năm gần đây. Luận án đã tổng hợp, đánh giá về các nghiên cứu MA, phân tích về lý thuyết nguyên lý hình thành cường độ và độ ổn định của hỗn hợp. Luận án đã nghiên cứu thực nghiệm và đề xuất được phương pháp thiết kế thành phần hỗn hợp. Luận án đã kiến nghị phạm vi áp dụng MA trong xây dựng công trình giao thông với khả năng công nghệ và tính kinh tế đáp ứng được với điều kiện Việt Nam. Những định hướng nghiên cứu thực nghiệm của MA cũng áp dụng được đối với BTAP rải nóng thông thường, điều này góp phần làm phong phú thêm tri thức về BTAP ở Việt Nam và là tài liệu tham khảo trong giảng dạy chuyên ngành công nghệ xây dựng đường bậc đại học.

5.1 Những đóng góp của luận án về mặt khoa học

1. Luận án đã nghiên cứu, phân tích ưu nhược điểm và phát triển Mastic Asphalt –một loại bê tông asphalt mới ở Việt Nam, chứng minh có thể sử dụng được loại vật liệu này trong xây dựng công trình giao thông với các điều kiện Việt Nam;
2. Luận án đã làm rõ tính chất biến dạng của MA rất phức tạp, bao gồm cả biến dạng đàn hồi, biến dạng nhớt, biến dạng đàn hồi chậm, biến dạng dẻo tùy theo điều kiện tải trọng và nhiệt độ;

3. Luận án đã chứng minh được loại cốt liệu, cấp phối cốt liệu, loại và hàm lượng bitum có ảnh hưởng rất lớn đến tính ổn định nhiệt và cường độ của hỗn hợp MA. Luận án đã đề xuất phương pháp xác định thành phần vật liệu theo các chỉ tiêu đề xuất để được hỗn hợp MA thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật và khai thác với đặc điểm khí hậu đặc thù địa phương;
4. Cường độ và độ ổn định khi nhiệt độ cao của MA là rất quan trọng với vùng khí hậu nhiệt đới nóng ẩm. Lựa chọn hợp lý cốt liệu, sử dụng bitum có độ quánh cao, bitum polyme, sử dụng tỷ lệ bột khoáng và bitum thích hợp sẽ tăng lực dính của MA do đó tăng được cường độ và độ ổn định nhiệt của MA. Luận án đã phân tích, sử dụng và cải tiến loại bitum cho hỗn hợp MA. Bằng thực nghiệm khoa học luận án chứng tỏ được vai trò của chất liên kết bitum-bột khoáng đặc biệt quan trọng trong hỗn hợp MA;
5. Luận án đã đề xuất được các kết cấu áo đường mềm, kết cấu bản mặt cầu sử dụng vật liệu Mastic Asphalt. Xây dựng được mô hình nghiên cứu trạng thái ứng suất, biến dạng, cường độ mỏi, độ dính kết giữa các lớp trong kết cấu đề xuất. Từ những kết quả nghiên cứu ban đầu đã đề ra được hướng thiết kế kết cấu áo đường mềm và đánh giá chất lượng mặt đường có xét đến điều kiện dính bám giữa các lớp vật liệu.

5.2 Những đóng góp của luận án về mặt thực tiễn

1. Luận án đã bước đầu xây dựng được phương pháp thiết kế và các chỉ tiêu giới hạn của hỗn hợp MA, kiến nghị được 3 loại hỗn hợp MA12.5; MA9.5 và MA4.75 và phạm vi sử dụng của chúng. Định hướng ban đầu cho công tác thiết kế và kiểm tra chất lượng vật liệu MA và kết cấu sử dụng MA; (Thể hiện chi tiết ở Bảng 2.38)
2. Sử dụng bitum có độ quánh lớn, bitum polyme thay thế cho các loại bitum tự nhiên như TLA, điều này sẽ làm giảm nhiệt độ khi sản xuất và san rải hỗn hợp từ đó làm giảm giá thành xây dựng;
3. Hàm lượng bitum hợp lý của hỗn hợp MA từ 7.0 đến 8.0% tổng khối lượng và được quyết định thông qua các thí nghiệm đề xuất, ngoài ra cũng cần khống chế chiều dày màng bitum tối ưu từ 7.5 đến 10.0μm ứng với tỷ lệ BK/B từ 3.0 đến 4.0;
4. Luận án đã tiến hành các thí nghiệm để xác định các chỉ tiêu phục vụ thiết kế và khai thác kết cấu áo đường có sử dụng MA. Luận án cũng đề xuất các thí nghiệm kéo-uốn, thí nghiệm dính bám giữa 2 lớp, thí nghiệm xác định lực dính c của BTAP. Các kết quả thí nghiệm khá tập

trung, đủ tin cậy và phù hợp với lý thuyết về đặc tính vật liệu, phù hợp với những kết quả thực nghiệm đã công bố của các nghiên cứu trên thế giới. Bước đầu xác định được mức độ liên kết giữa các lớp BTAP bằng 20% so với dính chặt tuyệt đối. Kết luận này được sử dụng làm thông số ma sát khi tính toán ứng suất, biến dạng trong kết cấu áo đường bằng phần mềm BISAR3.0, từ đó đánh giá được độ tin cậy của tiêu chuẩn thiết kế áo đường mềm hiện hành;

5. Lực ngang của bánh xe và điều kiện tiếp xúc giữa các lớp có ảnh hưởng rất lớn đến ứng suất cắt-trượt trên bề mặt đường. Với tải trọng xe tiêu chuẩn đề nghị, luận án đã đưa ra được giá trị ứng suất cắt lớn nhất trên bề mặt phụ thuộc điều kiện tiếp xúc như sau :

   + Khi áp lực ngang p_h bằng 0% áp lực đứng p_v : $\tau_{max}=(0.03\text{-}0.09)p_v$
   + Khi áp lực ngang p_h bằng 20% áp lực đứng p_v : $\tau_{max}=(0.53\text{-}0.60)p_v$
   + Khi áp lực ngang p_h bằng 50% áp lực đứng p_v : $\tau_{max}=(1.35\text{-}1.40)p_v$
   + Khi áp lực ngang p_h bằng 80% áp lực đứng p_v : $\tau_{max}=(2.14\text{-}2.26)p_v$

6. Những đoạn đường có lực ngang lớn như gần nút giao thông, chỗ ra vào khu đô thị, bến xe Bus phải sử dụng lớp MA có cường độ chống cắt cao làm lớp mặt. Nghiên cứu vật liệu làm lớp dính bám để tăng liên kết giữa các lớp cũng làm giảm nhiều ứng suất cắt ở lớp mặt trên và ứng suất kéo-uốn ở đáy lớp mặt là rất cần thiết;

7. Chiều dày lớp mặt và điều kiện tiếp xúc có ảnh hưởng rất lớn đến ứng suất kéo-uốn ở đáy lớp vật liệu liền khối. Khi bố trí lớp móng rời rạc, điều kiện tiếp xúc giữa các lớp không tốt, chiều dày lớp mặt chọn không hợp lý sẽ gây ra ứng suất kéo-uốn lớn $\sigma_{ku}=(1.4\text{-}2.0)p_v$ và tuổi thọ mỏi của kết cấu cũng giảm đi.

8. Để đảm bảo không phát sinh phá hoại cần bố trí các lớp vật liệu có cường độ chịu kéo-uốn cao ở những lớp trên và có biện pháp đảm bảo tiếp xúc tốt giữa các lớp. Không nên thiết kế kết cấu chỉ có 1 lớp BTAP có h/d từ (0.29-0.38), tổng chiều dày các lớp BTAP trong kết cấu tối thiểu từ 12-15cm. Lớp BTAP trên cùng nên là 4cm để đảm bảo công nghệ thi công và cường độ chống mỏi tốt nhất;

5.3 Những tồn tại, hạn chế

Chưa thể thực hiện các thí nghiệm mỏi và các thí nghiệm từ biến để đánh giá định lượng toàn diện về ưu điểm của vật liệu MA so với các loại bê tông asphalt thông thường;

Luận án cũng chỉ nghiên cứu thực nghiệm trong phòng và tổng hợp các kinh nghiệm thi công MA ở nước ngoài mà chưa có điều kiện sản xuất và rải thử hỗn hợp MA thực tế ở Việt Nam.

5.4 Kiến nghị

1. Sử dụng tốc độ thí nghiệm 50.8mm/phút trên các máy Marshall phổ biến để thí nghiệm cường độ kéo-uốn của bê tông asphalt, từ kết quả thí nghiệm có thể lập được mối quan hệ với cường độ Marshall, ép chẻ, kéo gián tiếp tải trọng lặp,…
2. Điều kiện tiếp xúc của các lớp bê tông asphalt rất quan trọng, kiến nghị sử dụng thiết bị Leutner để xác định cường độ dính bám của các lớp, xác định lực dính c của bê tông asphalt ở nhiệt độ cao, từ các kết quả này tính được khả năng dính kết giữa các lớp để đưa vào các phần mềm tính toán kết cấu áo đường;
3. Nên bố trí lớp móng trên bằng vật liệu liền khối, có sử dụng chất liên kết (đá gia cố xi măng, bê tông nhựa rỗng, đá dăm đen) để chịu 1 phần ứng suất kéo uốn cho các lớp mặt phía trên và phân bố đều ứng suất xuống các lớp móng dưới và nền đất;
4. Có thể tính toán thiết kế kết cấu áo đường mềm theo trình tự: a) Các thông số tải trọng, nền đất và vật liệu được xác định theo 22TCN211-06 và các thí nghiệm đề xuất; b) Sử dụng chương trình BISAR3.0 để tính toán chính xác ứng suất, biến dạng trong kết cấu; c) Các trạng thái giới hạn và tiêu chuẩn trạng thái giới hạn theo 22TCN211-06; và d) So sánh, đánh giá lựa chọn phương án tối ưu;
5. Để sử dụng các kết cấu áo đường đã đề xuất cần thông qua các đoạn đường thực nghiệm trước khi ứng dụng có quy mô.

5.5 Hướng nghiên cứu tiếp tục của luận án

1. Kết hợp với các cơ quan sản xuất cải tiến trạm trộn bê tông asphalt thông thường để sản xuất MA và rải thử trên công trình thực tế áp dụng loại vật liệu - kết cấu đã nghiên cứu để có thể kiểm chứng các kết quả và các đề nghị đã nêu ở trên;
2. Nghiên cứu xây dựng mô hình tính toán kết cấu áo đường hỗn hợp sử dụng lớp mặt MA rải trên lớp móng BTXM nhằm phát huy ưu điểm của cả hai loại vật liệu này;
3. Nghiên cứu xây dựng mô hình các lớp BTAP trên bản mặt cầu thép trực hướng có xét đến điều kiện dính kết giữa các lớp;
4. Xây dựng quy trình công nghệ thi công và nghiệm thu lớp MA.