

Chương 1. Xem xét chung về phần thiết kế kết cấu mặt đường

1.1. GIỚI THIỆU

Thiết kế kết cấu mặt đường là nhằm xác định toàn bộ các lớp mặt đường, móng trên và móng dưới sao cho phù hợp nhất với các điều kiện cụ thể của mỗi dự án. Sự tổ hợp của các vật liệu trong năm ngay phía trên nền đất (lớp tạo phẳng) thường được xem là phần kết cấu. Theo “Hướng dẫn thiết kế kết cấu mặt đường của AASHTO” thì các lớp đó được xem là “kết cấu mặt đường”.

Thiết kế kết cấu mặt đường thực sự không phải là một môn khoa học chính xác. Nó bao gồm rất nhiều biến số làm cho không thể tính chính xác như các công thức toán học thuần túy lý thuyết.

Hướng dẫn thiết kế và tiêu chuẩn thiết kế được trình bày ở đây dựa trên lượng thông tin lớn gồm: lý thuyết tính toán, các nghiên cứu thí nghiệm trong phòng, các đoạn thực nghiệm; nghiên cứu vật liệu, phương pháp và thiết bị và có lẽ một trong số các yếu tố quan trọng nhất đó là xem xét tính năng phục vụ kết cấu. Thiết kế kết cấu cuối cùng phải dựa trên số liệu khảo sát kỹ lưỡng về các điều kiện cụ thể của từng dự án gồm vật liệu, điều kiện môi trường, giao thông, vấn đề kinh tế của chu kỳ tuổi thọ, và vấn đề tính năng phục vụ các kết cấu ở các dự án tương tự trong các điều kiện tương tự ở cùng vùng.

Nghiên cứu và thực nghiệm vẫn đang được tiến hành nhằm đưa ra phương pháp và tiêu chuẩn thiết kế hoàn thiện, có sử dụng thành tựu tiên tiến về vật liệu và công nghệ. Việc đề xuất những ý tưởng mới nhằm ứng dụng vật liệu và công nghệ mới trong thiết kế, thi công, duy tu và trong kỹ thuật vật liệu của kết cấu rất được khuyến khích.

Nghiên cứu và những thay đổi được đề nghị trong tiêu chuẩn thiết kế cần được gửi lên Vụ khoa học công nghệ (DOST) - Bộ GTVT.

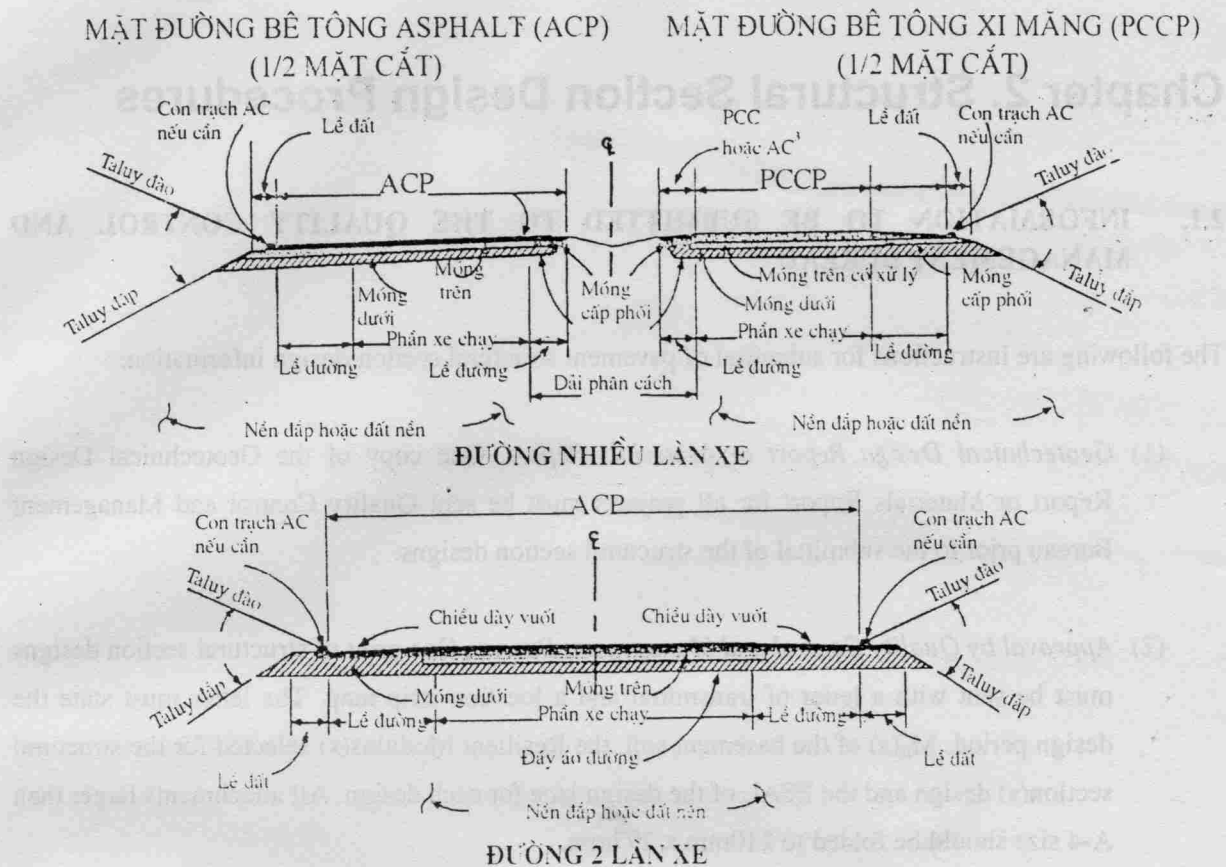
Quyển “Hướng dẫn thiết kế kết cấu mặt đường” của AASHTO là một tài liệu hướng dẫn rất tổng quát, rất hữu ích đối với công tác thiết kế kết cấu mặt đường. Cuốn hướng dẫn thiết kế của AASHTO do đội ngũ chuyên gia được công nhận ở Mỹ soạn thảo với nhiều dữ liệu thu thập được từ một số bang. Giải pháp cơ bản thiết kế mặt đường trong tiêu chuẩn này dựa theo cuốn hướng dẫn của AASHTO.

1.2. MỤC TIÊU THIẾT KẾ

Trừ các kết cấu thực nghiệm dùng để nghiên cứu, các kết cấu nói chung đều phải được thiết kế, sử dụng các phương pháp hoặc các tiêu chuẩn nêu dưới đây. Điều này nhằm đảm bảo đủ cường độ và độ bền của công trình để có thể chịu được tải trọng xe cộ dự báo trong suốt thời kỳ thiết kế của dự án. Các giải pháp thiết kế (mặt đường cứng và mềm) phải được xem xét đối với từng dự án sao cho phù hợp với từng điều kiện cụ thể của nó. Nói chung, thiết kế kinh tế nhất phải dựa vào “chi phí chu kỳ tuổi thọ” gồm chi phí ban đầu, chi phí duy tu bảo dưỡng và chi phí khôi phục trong suốt chu kỳ tuổi thọ đã được lựa chọn. Chúng ta có thể chọn phương pháp thiết kế, tuy nhiên nó phải phụ thuộc vào các điều kiện riêng của từng dự án như: độ lún của nền đã dự báo không đều, đất nền có tính trương nở cao, nước ngầm, khả năng có sẵn của vật liệu, loại mặt đường trên các làn xe lăn càn hoặc các thiết bị giao thông, xem xét lưu lượng xe, xây dựng phân kỳ, quy mô dự án hoặc các yếu tố khác. Do một vài điều kiện nêu trên có thể làm tăng chi phí, chúng trở thành một yếu tố trong phân tích chi phí chu kỳ tuổi thọ. Chương 9 bàn về việc lựa chọn loại mặt đường và các bước cụ thể để tiến hành phân tích kinh tế.

1.3. CÁC YẾU TỐ KẾT CẤU CHÍNH CỦA PHẦN XE CHẠY

Các yếu tố kết cấu chính của phần xe chạy được chỉ ra trong hình 1.1. Những đặc điểm và kích thước của các loại mặt đường khác nhau, cách xử lý bề mặt, lớp móng trên, móng dưới thường sử dụng được bàn bạc và đưa ra ở các mục và các hình tương ứng ở phần sau. Hệ thống thoát nước của kết cấu tiêu chuẩn được đưa ra trong sơ đồ ở chương 6 và được chi tiết hoá ở các bản vẽ tiêu chuẩn. Các yêu cầu riêng về vật liệu được mô tả trong các quy định tiêu chuẩn thi công.



Hình 1.1

Chương 2. Các bước thiết kế

2.1. CÁC THÔNG TIN CẦN TRÌNH CỤC GIÁM ĐỊNH VÀ QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG

Dưới đây là các hướng dẫn những thông tin cần trình lên cục GD và QLCL khi thiết kế kết cấu mặt đường:

- (1) *Báo cáo địa chất hoặc báo cáo vật liệu.* Một bản báo cáo địa chất hoặc báo cáo vật liệu của tất cả các dự án phải được gửi lên Cục GD và QLCL trước khi trình thiết kế.
- (2) *Phê duyệt của Cục GD và QLCL.* Phải gửi một bản thiết kế cùng với thư và bản đồ dự án lên Cục GD và QLCL. Trong thư phải nêu rõ thời kỳ thiết kế, các môđun đàn hồi (M_R) của đất nền, môđun đàn hồi được chọn cho thiết kế phần kết cấu và số tải trọng trục tương đương cho làn xe thiết kế của từng đoạn thiết kế. Tất cả các tài liệu đính kèm lớn hơn khổ giấy A-4 đều phải đóng theo khổ giấy A-4 (210mm x 297mm).
- (3) *Các thiết kế phi tiêu chuẩn hoặc thiết kế đặc biệt.* Các thiết kế phi tiêu chuẩn hoặc các thiết kế “đặc biệt” nhằm thỏa mãn các điều kiện đặc biệt của một dự án nào đó hoặc vì mục đích nghiên cứu thì phải được chứng minh và trình để phê duyệt. Khi trình phải gửi kèm hai bản gồm kết cấu thiết kế đề xuất và bản đồ vùng đường đi qua. Trong thư trình phải nêu rõ thời kỳ thiết kế, các môđun đàn hồi của đất nền, môđun đàn hồi được chọn cho thiết kế kết cấu, tải trọng trục đơn tương đương theo làn xe áp dụng cho từng đoạn kết cấu, và các thuyết minh cho thiết kế phi tiêu chuẩn hoặc đặc biệt này.
- (4) *Lựa chọn loại mặt đường.* Phải tiến hành phân tích chi phí cho một chu kỳ phục vụ đối với việc lựa chọn loại mặt đường trong các dự án xây dựng mới với tải trọng trục đơn tương đương lớn hơn 2,000,000. Một bản đầy đủ các tài liệu về loại mặt đường đã được duyệt phải được đệ trình trong hồ sơ để tham khảo. Tài liệu đệ trình phải gồm các thông tin giống như thông tin yêu cầu tại điều 2.1(2). Ngoài ra cũng phải gửi kèm các dữ liệu như yêu cầu trong phần chỉ dẫn thuộc chương 7-lựa chọn loại mặt đường.
- (5) *Sửa đổi sau này.* Bất kỳ thay đổi nào về kết cấu đều phải đệ trình phù hợp với các chỉ dẫn nói trên và có sự tham khảo kỹ bản gốc.

Chương 3. Các số liệu về giao thông cho thiết kế kết cấu mặt đường

3.1. GIỚI THIỆU

Mục tiêu chính của thiết kế kết cấu mặt đường là đưa ra một kết cấu móng và mặt đường đủ bền và ổn định, với mức duy tu tối thiểu con đường vẫn đảm bảo chịu được tải trọng xe trong suốt thời kỳ thiết kế. Phần này thảo luận về các yếu tố được xem xét trong quá trình thiết kế cũng như các bước tiến hành khi dự báo giao thông để thiết kế “kết cấu mặt đường” hoặc kết cấu cho các dự án cụ thể.

Kết cấu mặt đường được thiết kế để đảm bảo lượng giao thông đã dự báo trước trong đó có xem xét đến sự tăng trưởng của lưu lượng giao thông và sự quy đổi dòng xe hỗn hợp về tải trọng trục đơn tương đương 80kN (ESALs) có thể xảy ra trong thời kỳ thiết kế. Ảnh hưởng của xe khách, xe tải nhỏ và xe tải 2 trục đến tuổi thọ của mặt đường là nhỏ nhất còn các xe quá tải sẽ là nguyên nhân chính làm giảm tuổi thọ mặt đường. Khi thiết kế kết cấu mặt đường yêu cầu các thông tin về giao thông gồm tải trọng trục, kiểu trục xe và số lần tác dụng. Việc ước tính tải trọng trục đơn tương đương là yếu tố chính để thiết kế. Nếu tính toán không đúng tải trọng trục đơn tương đương thì tuổi thọ của đường có thể bị rút ngắn đáng kể hoặc ngược lại nếu lưu lượng xe được tính toán vượt quá thì mặt đường thiết kế quá dày dẫn đến kết cấu mặt đường không kinh tế.

Kết quả thí nghiệm đường của AASHTO cho thấy rằng tác dụng gây hư hại của một trục xe có thể thể hiện bằng số lần tác dụng của tải trọng trục xe tương đương 80kN. Ví dụ một lần tác dụng của tải trọng trục đơn 53 kN gây hư hại tương đương 0,23 lần tải trọng trục đơn 80kN, nói cách khác cứ 4 lần tác dụng của tải trọng đơn 53kN sẽ gây hư hại (hoặc làm giảm năng lực phục vụ) tương đương một lần tác dụng của tải trọng trục đơn 80kN. Khái niệm tương đương này được áp dụng để chuyển đổi dòng xe tải hỗn hợp có các tải trọng trục và trục xe khác nhau về một tải trọng chung, tải trọng trục xe tương đương 80kN ESAL. Dòng xe tải hỗn hợp ở thời kỳ thiết kế của dự án phải được chuyển đổi về số lần tác dụng của trục xe đơn tương đương 80kN để thiết kế kết cấu mặt đường. Yếu tố tương đương về tải trọng dùng ở Việt Nam có liên quan đến tỉ số của tải trọng trục đưa ra so với tải trọng trục tiêu chuẩn 80kN tăng lên tới lũy thừa 4.5.

$$L_f = (L/L_{80kN})^{4.5}$$

Ví dụ, một xe có tải trọng trục là 20 kN thì có hệ số tương đương là 0.0020, trong khi đó tải trọng trục 100kN thì tương đương với 2,73 tải trọng trục 80 kN.

Thật ra việc tiến hành dự báo lượng xe tải cho mục đích thiết kế kết cấu mặt đường không phải luôn luôn theo phép dự đoán tuyến tính giản đơn của các số liệu có sẵn. Điều này đặc biệt đúng ở những nơi tốc độ phát triển nhanh và việc sử dụng đất thay đổi. Dự báo giao thông do các cơ quan vùng hoặc địa phương tiến hành và có thể được dùng làm cơ sở để xác định tải trọng trục đơn tương đương nếu Vụ Khoa học công nghệ và môi trường (KHCHN & MT) đồng ý chấp nhận mô hình giao thông sử dụng là phù hợp với mục đích, số liệu mẫu và các yếu tố tương đối phù hợp thoả mãn được kế hoạch sử dụng đất và các yêu cầu về dân số. Mặt khác, nơi có tuyến mới hoặc nâng cấp ở vùng ngoài đô thị có lưu lượng giao thông thấp thì dự đoán giao thông có thể là quan hệ tuyến tính với các số liệu có sẵn từ các nghiên cứu gần đây nhất về lưu lượng giao thông trong khu vực dự án.

3.1.1. THỜI KỲ THIẾT KẾ

Kết cấu mặt đường thiết kế mới phải chịu được lượng xe đã dự báo cho một hướng xe chạy trong thời kỳ là 20 năm sau khi đưa vào khai thác. Khi dự kiến thời kỳ thiết kế ngắn hơn thì phải có tài liệu thuyết minh và phải đệ trình để phê duyệt; xem phần 2.1. Chú ý thời gian phân tích không nhất thiết phải giống thời kỳ thiết kế. Nếu có xét đến thời gian khôi phục trong tương lai thì thời kỳ phân tích có thể dài hơn nhiều so với thời kỳ thiết kế. Bảng 3.1 chỉ ra một vài thời kỳ phân tích khác nhau cho các loại mặt đường khác nhau. Thời kỳ thiết kế cho mỗi loại mặt đường này là 20 năm.

Bảng 3.1

Điều kiện đường	Thời kỳ phân tích (năm)	Thời kỳ phục vụ (Việt Nam)
Đường đô thị lưu lượng GT lớn	30-50	15
Đường ngoài đô thị lưu lượng GT lớn	20-50	15
Đường có rải mặt lưu lượng GT thấp	15-25	10
Đường có lớp mặt cấp phối lưu lượng GT thấp	10-20	7

Khi phê duyệt vụ KHCHN-Bộ GTVT (DOST) có thể chọn dùng những thiết kế có thời kỳ thiết kế ngắn hơn 20 năm vì nếu thời kỳ thiết kế dài hơn sẽ làm tăng vốn đầu tư ban đầu của dự án.

Do có sự liên quan của rất nhiều các biến số độc lập nên thời kỳ phục vụ của kết cấu áo đường trước khi tiến hành đại tu hoặc khôi phục phải được xem xét thực tế dài hơn hay ngắn hơn thời kỳ thiết kế. Nếu như các biện pháp thoát nước tốt được kết hợp với kết cấu mặt đường thì tuổi thọ phục vụ thực tế của mặt đường nói chung sẽ lớn hơn tuổi thọ thiết kế.

3.2. DỰ BÁO GIAO THÔNG

Các bước dùng trong hướng dẫn này để quy đổi một dòng xe hỗn hợp nhiều loại tải trọng và cấu hình khác nhau sang số lượng xe thiết kế nghĩa là quy đổi mỗi loại tải trọng khác nhau sang tải trọng trục đơn tương đương 80kN và tính tổng của những đại lượng này trong suốt thời kỳ thiết kế. Các bước quy đổi tải trọng xe hỗn hợp sang tải trọng trục đơn tương đương được trình bày trong phần 3.6.2.

Dưới đây là 4 điều chính cần xem xét vì nó có ảnh hưởng đến mức độ chính xác của các ước tính về giao thông và ảnh hưởng đáng kể đến tuổi thọ của mặt đường:

- (1) Mức độ chính xác của giá trị tương đương về tải trọng được sử dụng để ước tính các tác hại liên quan do trọng tải và dạng tải trọng trục khác nhau gây ra,
- (2) độ chính xác của các thông tin về lưu lượng xe và tải trọng xe được dùng để minh họa cho dự báo tải trọng thực tế,
- (3) dự báo tải trọng trục đơn tương đương trong suốt thời kỳ thiết kế, và
- (4) quan hệ giữa tuổi thọ mặt đường và giao thông trên đường do nó ảnh hưởng đến những thay đổi về PSI.

Trong thời điểm hiện nay thì các yếu tố về tải trọng trục tương đương sẵn có được xem như các số liệu sẵn có tốt nhất, những thông số tiêu biểu cho Việt Nam dựa trên các nghiên cứu ở các nước nhiệt đới khác. Điều này không có nghĩa là những số liệu này là hoàn toàn chính xác nhưng cho đến nay thì đó là những số liệu ước tính tốt nhất.

Cũng xin lưu ý rằng các hệ số tương đương về tải trọng, ở một mức độ tối thiểu, phụ thuộc vào loại mặt đường (mặt đường cứng hoặc mềm), chiều dày và mức độ phục vụ cuối cùng (Pt) được sử dụng trong thiết kế.

Các thông tin giao thông trong mẫu biểu về số trục quan sát được trong một loạt các nhóm tải trọng, với mỗi nhóm tải trọng bao trùm một khoảng nhất định được sử dụng. Tuy nhiên các thông tin giao thông có liên quan tới AADT của loại xe tải, nghĩa là liên quan đến cấu hình trục thì có thể dùng để dự báo các trục tương đương. Từ thông tin này có thể tính được hệ số tương đương trung bình của tải trọng cho tất cả các loại xe tải hoặc cho các loại tải có cùng cấu hình, v.v.. tức là giá trị trung bình cho các loại xe trục đơn, trục đôi, hoặc trục ba.