

ỨNG DỤNG BÊ TÔNG ĐẦM LẤN TRONG XÂY DỰNG MẶT ĐƯỜNG CẤP THẤP

Hoàng Tùng¹

Tóm tắt: Nội dung bài báo này đề cập đến một loại kết cấu áo đường trên cơ sở sử dụng vật liệu xi măng, có khả năng hạn chế ảnh hưởng của thời tiết, giảm chi phí sử dụng nước trong thi công, nhanh chóng đưa vào sử dụng (thời gian chờ ngắn), đó là bê tông đầm lấn. Nội dung bài báo đề cập mới chỉ dừng lại ở các phân tích lý thuyết mang tính định hướng, cần có thêm kiểm nghiệm thực tiễn.

Summary: This paper introduces the roller-compacted concrete as an optimal solution that can be applied, enhance durability of pavements in unfavorable weather conditions and minimize costs in water use. This paper just covers only the theoretical analysis based on orientation approach. It therefore needs further practical experimentations.

Nhận ngày 27/12/2011, chỉnh sửa ngày 20/02/2012, chấp nhận đăng ngày 28/02/2012

1. Tình hình sử dụng mặt đường bê tông đầm lấn

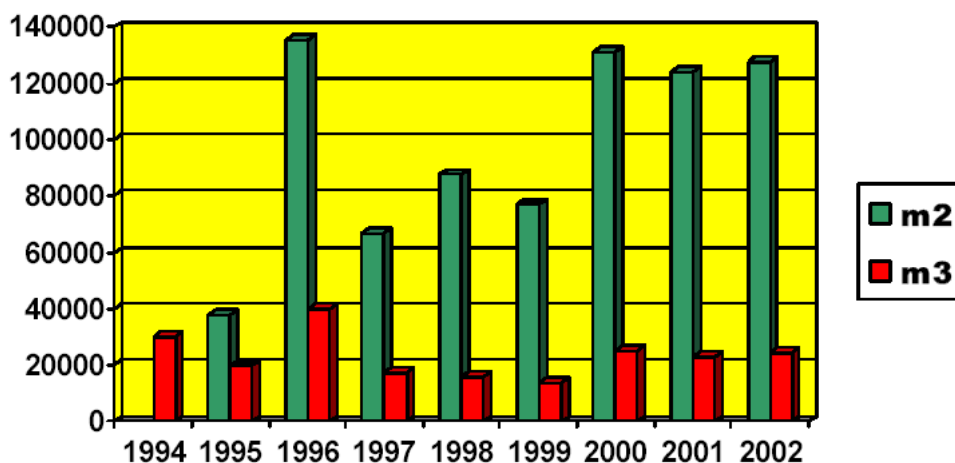
Hiện nay, xi măng đang là nguồn vật liệu dồi dào ở Việt Nam. Do vậy, chủ trương sử dụng mặt đường bê tông xi măng (BTXM) trong xây dựng công trình giao thông là rất cần thiết. Trong khi chúng ta chưa hoàn toàn làm chủ được công nghệ xây dựng loại mặt đường này, thì ban đầu nên đẩy mạnh áp dụng cho loại đường có lưu lượng xe ít, nhưng có tổng chiều dài lớn, chẳng hạn như đường tuần tra biên giới, đường giao thông nông thôn, đường trong các khu dân cư...

Mặc dù tải trọng xe cộ không lớn, nhưng có khó khăn gặp phải là ở nhiều khu vực. Đó là tình trạng nắng nóng kéo dài ảnh hưởng trực tiếp tới chất lượng mặt đường. Kèm theo đó là nước phục vụ cho việc sản xuất bê tông xi măng khan hiếm. Hiện tại, chi phí cho riêng nước đã lên tới hàng trăm nghìn đồng cho một mét khối bê tông khi xây dựng đường tuần tra biên giới (theo thống kê sơ bộ của Ban quản lý Dự án 47). Do vậy, không những chất lượng mà cả giá thành xây dựng kết cấu mặt đường đều bị ảnh hưởng. Điều đó đòi hỏi phải có giải pháp thay thế phù hợp.

Bê tông đầm lấn (BTĐL) là loại bê tông sử dụng các nguyên vật liệu tương tự như bê tông thông thường, được làm chặt bằng thiết bị lu rung. Công nghệ này thích hợp cho các công trình bê tông khối lớn, hình dáng không phức tạp như đập, mặt đường. Việc đầm lèn bê tông bằng lu rung cho phép sử dụng hỗn hợp bê tông khô, ít chất kết dính hơn so với bê tông thông thường. Nhờ vậy, đối với một số đập và đường bê tông sử dụng công nghệ này, tốc độ thi công nhanh hơn và giá thành rẻ hơn so với dùng công nghệ đổ bê tông truyền thống.

Từ những năm 70 của thế kỷ 20, mặt đường BTĐL đã được nghiên cứu và sử dụng rộng rãi tại nhiều nước như Trung Quốc, Đức, Canada, Mỹ. Biểu đồ hình 1 cho thấy, chỉ riêng năm 2002, ở Kê-béc (Canada) đã sử dụng trên 120.000 m² mặt đường bằng BTĐL.

¹TS, Khoa Xây dựng Cầu đường, Trường Đại học Xây dựng. E-mail: hoangtungcd@gmail.com



Hình 1. Tình hình sử dụng mặt đường BTDL tại Kê-béc (Canada) [2]

Ở Việt Nam, BTDL đã được sử dụng vào việc xây dựng đập thủy điện gọi là bê tông đầm lăn dành cho đập (RCC). Tuy đã có một số nghiên cứu và ứng dụng thử bê tông đầm lăn dành cho mặt đường (RCCP) do Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng kết hợp với tổ chức NEDO của Nhật Bản nhưng vẫn chưa được sử dụng rộng rãi [13] [14]. Loại mặt đường này có rất nhiều ưu điểm như chỉ sử dụng chất liên kết vô cơ (có sẵn ở nước ta), thiết bị máy thi công đơn giản. Mặt khác, mặt đường BTDL có thể đưa ngay vào sử dụng sau 72 tiếng kể từ khi kết thúc công tác lu lèn, nhanh hơn nhiều so với mặt đường bê tông truyền thống.

2. Cấu tạo kết cấu áo đường BTDL

Kết cấu mặt đường BTDL và mặt đường bê tông xi măng (BTXM) thông thường có cấu tạo giống nhau, cụ thể như sau:

2.1 Cấu tạo tầng mặt

Bề dày tối thiểu của lớp BTDL nên nằm trong khoảng từ 150 mm đến 240mm, [2], [8]. Trong một số trường hợp đặc biệt, có thể chấp nhận bề dày tối thiểu là 120 mm, [8].

2.2 Cấu tạo tầng móng

Đối với tầng móng, nên sử dụng vật liệu có chất liên kết, ổn định nước, không tích lũy biến dạng dẻo, tiếp xúc tốt với tấm BTDL, đồng thời tuân theo các yêu cầu trong [3] như đối với mặt đường bê tông xi măng truyền thống. Vì vậy, có thể áp dụng một số giải pháp móng như sau:

- Bê tông cường độ thấp, dày tối thiểu 14 cm
- Cấp phối đá dăm hoặc cấp phối sỏi cuội, được hoặc không được gia cố chất liên kết vô cơ (ví dụ: ximăng) hoặc hữu cơ (ví dụ: nhựa đường), [4]

2.3 Cấu tạo tầng móng

Hiện nay, chưa có đề cập tới vấn đề khe dãn trong mặt đường bê tông đầm lăn. Đối với khe co, thời điểm cắt khe thích hợp nhất là từ 12h đến 16h kể từ lúc kết thúc lu lèn. Chiều sâu của khe từ 1/3 đến 1/3 chiều dày tấm. Khoảng cách giữa các khe từ 4-5 m. Cấu tạo khe không có sự khác biệt so với khe co của mặt đường BTXM thông thường.

3. Về vật liệu bê tông đầm lăn

Về tính chất cơ học, theo [1], một hỗn hợp bê tông đầm lăn với hàm lượng chất kết dính là 300kg/m³ và tỷ lệ nước/chất kết dính là 0,35 có thể cho phép đạt tới cường độ chịu nén là 40 MPa, cường độ chịu kéo khi uốn (sau 3 ngày tuổi) là 5MPa.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG

Sử dụng BTĐL trong xây dựng mặt đường có các ưu điểm sau:

- So với bê tông thường có cùng cường độ thì bê tông đầm lăn có hàm lượng nước trong 1m^3 bê tông nhỏ hơn, vì vậy hàm lượng xi măng giảm, tạo ra hiệu quả kép giảm giá thành và giảm các yếu tố bất lợi gây ra co ngót, từ biến.

- Tốc độ thi công nhanh do công nghệ đơn giản từ khâu vận chuyển, rải và đầm, tiết kiệm được chi phí về nhân công, sớm đưa công trình vào sử dụng

- Bê tông đầm lăn có thể sử dụng cả các loại chất kết dính khác nhau

- Việc sử dụng cả chất độn mịn (tro bay hay phụ gia khoáng) thay thế một phần xi măng cho phép bê tông đầm lăn có cấp phối liên tục, đảm bảo cường độ thiết kế, tính công tác phù hợp (dễ lu lèn, không bị phân tầng). Chi tiết về vật liệu BTĐL có thể tham khảo trong các tài liệu liên quan [9].

4. Thiết kế mặt đường bê tông đầm lăn

4.1 Xác định các thông số đầu vào khi thiết kế kết cấu áo đường BTĐL

a. Về tải trọng khi thiết kế kết cấu áo đường BTĐL

Các đặc tính cơ bản của tải trọng có thể tham khảo các thông số được quy định trong tiêu chuẩn thiết kế kết cấu áo đường hiện hành [12].

b. Về đặc trưng cơ lý của nền đất

Đặc trưng cơ bản, quan trọng là khả năng chống biến dạng của nền đất được thể hiện qua hệ số nền k , có thứ nguyên là MPa/m . Phương pháp xác định k được trình bày trong [5]. Giá trị của k có thể tham khảo trong bảng 4, theo phân loại của ASTM D2487.

Bảng 1. Phân loại đất, đá và hệ số nền tương ứng [6].

Ký hiệu	Tên gọi điển hình	Hệ số nền k (MPa/m)
GW	Sỏi cuội cấp phối tốt, sỏi cuội lẫn cát, không hoặc ít hạt nhỏ	≥ 150
GP	Sỏi cuội cấp phối kém, sỏi cuội lẫn cát, ít hoặc không có hạt nhỏ	90-150
GM	Sỏi cuội lẫn bụi cát	72-150
GC	Sỏi cuội lẫn sét cát	72-115
SW	Cát cấp phối tốt, có lẫn ít sỏi, ít hoặc không có hạt nhỏ	72-115
SP	Cát cấp phối kém, cát lẫn ít sỏi, ít hoặc không có hạt nhỏ	52-80
SM	Cát lẫn bụi	52-80
SC	Sỏi cuội lẫn sét cát	52-72
ML	Bụi vô cơ và cát rất mịn, cát nhỏ lẫn bụi sét, độ dẻo nhỏ	38-63
CL	Sét vô cơ, độ dẻo từ thấp đến trung bình, sét lẫn sỏi cuội, sét lẫn cát, sét lẫn bụi	38-63
OL	Bụi hữu cơ, sét lẫn bụi hữu cơ độ dẻo thấp	48
MH	Bụi vô cơ, cát nhỏ nhiều mica hoặc diatomic, đất bụi, bụi đàn hồi	48
CH	Sét vô cơ, độ dẻo cao, sét béo	38
OH	Sét vô cơ, độ dẻo từ trung bình đến cao, bụi hữu cơ	38
PT	Than bùn hoặc các chất có lượng hữu cơ cao	-

Từ các hệ số nền vừa trình bày, cần tiếp tục tính toán hệ số nền qui đổi cho hệ nền đất và tầng móng. Có thể tham khảo hệ số nền quy đổi này trong bảng 2.

Bảng 2. Hệ số nền quy đổi (tính từ mặt lớp móng trở xuống) của kết cấu áo đường BTĐL (theo Hiệp hội Xi măng Canada) [7]

Hệ số nền của nền đất (MPa/m)	Hệ số nền quy đổi (MPa/m)			
	Bề dày tầng móng cấp phối đá dăm (mm)			
	100	150	225	300
20	23	26	32	38
40	45	49	57	66
60	64	66	76	90
80	87	90	100	117

Ngoài ra, hệ số nền k có thể xác định thông qua kết quả đo CBR. Khi đó, có thể tham khảo hệ số nền quy đổi trình bày trong bảng 3 [1].

Bảng 3. Hệ số nền quy đổi (tính từ mặt lớp móng trở xuống) (MPa/m) [1]

Đất nền		$k=15\text{MPa/m}$, $\text{CBR}<5$	$k=25\text{MPa/m}$ $5<\text{CBR}<15$	$k=60\text{MPa/m}$ $15<\text{CBR}<25$	$k=75\text{MPa/m}$ $\text{CBR}>25$
Lớp móng cấp phối không gia cố	100mm	17	30	65	85
	150mm	20	35	70	90
	225mm	25	45	75	100
	300mm	30	60	85	115
Lớp móng cấp phối gia cố xi măng	100mm	40	60	85	105
	150mm	60	100	140	175
	225mm	120	175	225	

c. Đặc trưng cơ lý của vật liệu BTĐL

Hai đặc trưng cơ bản của vật liệu BTĐL cần phải xác định khi thiết kế kết cấu áo đường là cường độ kéo uốn và mô đun đàn hồi E . Theo phương pháp tính toán vừa trình bày, giá trị E ít ảnh hưởng tới kết quả, do vậy, có thể lấy ở thời điểm ứng với 28 ngày tuổi. Ngược lại, cường độ kéo uốn phải được lấy ở thời điểm mặt đường được đưa vào khai thác sử dụng. Đối với BTĐL, thời điểm này thường là 7 ngày kể từ ngày đổ bê tông [2].

4.2 Tính toán bề dày của tấm BTĐL dưới tác dụng của tải trọng xe chạy

Bài báo này xin giới thiệu phương pháp tính toán phát hành năm 2004 của Hiệp hội Xi măng poóc lăng Canada dành cho mặt đường BTĐL [2]. Phương pháp này chỉ xét đến khả năng chịu kéo khi uốn của mặt đường BTĐL, vì vậy phù hợp với các mặt đường BTĐL có tải trọng xe nặng qua lại nhưng với lưu lượng hạn chế. Theo đó, ứng suất kéo uốn σ_{ku} xuất hiện trong tấm BTĐL dưới tác dụng của tải trọng P , tác dụng lên diện tiếp xúc hình tròn bán kính a (mm) được tính theo công thức sau:

$$\sigma_{ku} = \frac{0,0316P}{h^2} \left[4 \log \left(\frac{l}{b} \right) + 1,069 \right] \quad (1)$$

trong đó P là tải trọng bánh (kN), h là chiều dày kết cấu (cm), l là bán kính độ cứng quy đổi (cm), tính theo công thức (2).

$$b = a \text{ nếu } a \geq 1,724h$$

$$b = \sqrt{1,6a^2 + h^2} - 0,675h \text{ nếu } a < 1,724h.$$

$$l = \left[\frac{Eh^3}{12(1-\mu)^2 \cdot k} \cdot 10^2 \right]^{0,25} \quad (2)$$

trong đó E là mô đun đàn hồi của BTĐL (MPa), μ là hệ số Poisson của BTĐL (0,15), k là hệ số nền tính từ mặt lớp móng (Mpa/m)

Trường hợp tải trọng tác dụng lên bánh xe đôi, có thể tính toán giá trị của a theo công thức sau :

$$a = \sqrt{\frac{0,8521 \cdot P \cdot 10^{-5}}{q\pi} + \frac{S}{\pi} \cdot 10^{-5} \left(\frac{P}{5,227q} \right)^{1/2}} \quad (3)$$

trong đó P là tải trọng bánh (kN), q là áp lực bánh xe lên mặt đường (MPa), S là khoảng cách giữa hai tâm bánh xe (cm).

Chú ý khi tính toán, để đảm bảo độ an toàn, cần kiểm tra với tải trọng bánh lớn nhất. Ngoài ra, khoảng cách giữa các bánh xe cũng ảnh hưởng nhiều tới kết quả tính toán. Trong trường hợp S nhỏ hơn 3 lần bán kính độ cứng quy đổi l thì coi hệ hai bánh xe là một bánh.

5. Công nghệ thi công lớp kết cấu áo đường bằng BTĐL

5.1 Công tác chuẩn bị

Lớp móng phải được đầm chặt theo yêu cầu về độ chặt đã được thiết kế. Bề mặt lớp móng phải phẳng, tất cả các khe hở giữa mặt lớp móng và thước 3m không vượt quá 10mm. Cần chú ý công tác dự báo thời tiết để đảm bảo trong vòng 24 tiếng kể từ lúc đổ BTĐL, không có mưa, nhiệt độ không khí không xuống dưới 5°C và không nên vượt quá 24 °C.

5.2 Vận chuyển BTĐL

Khác với bê tông truyền thống, BTĐL không được phép vận chuyển bằng xe trộn bê tông (xe có thùng quay) mà phải chở bằng các xe tự đổ hoặc bằng tải. Việc vận chuyển bằng bằng tải có vật tốc lớn, liên tục là hợp lý nhất.

Khi vận chuyển bằng xe ben tự đổ, cần hạn chế tối đa chiều cao rơi của bê tông từ máy trộn xuống thùng xe. Trong mọi trường hợp, các xe tải chở BTĐL đều phải được trang bị bạt để che thùng xe, kể từ lúc nhận bê tông từ trạm trộn đến khi đổ hết bê tông tại công trường. Trên đường vận chuyển, cần chú ý tránh phanh gấp, tránh địa hình xấu gây xóc. Trước khi ô tô đi vào khối đổ bê tông, nên rửa sạch lốp xe, tránh cho bùn đất không lẫn vào khối đổ. Khi di chuyển trên khối đổ, xe chở bê tông không được phanh gấp, quay gấp hoặc thực hiện các thao tác làm ảnh hưởng xấu đến chất lượng bê tông (hạn chế hỗn hợp BTĐL bị phân ly).

Cần kiểm soát chặt chẽ thời gian vận chuyển bê tông. Thời gian này không nên vượt quá 30 phút để đảm bảo kết thúc rải và đầm nén bê tông xong trong thời gian tính công tác còn nằm trong giới hạn cho phép.

5.3 Rải BTĐL

BTĐL có thể được rải bằng máy ủi, máy san hoặc máy rải bê tông chuyên dụng.

Trong trường hợp dùng máy ủi để san rải BTĐL, nên chọn máy D80 và D85 có bánh lốp (để tránh làm hỏng bề mặt ở chỗ quay đầu). Khi dùng loại máy này, phải chú ý tránh tạo thành rãnh giữa các vệt ủi. Để khắc phục việc tập trung cốt liệu thô ở hai bên cạnh máy ủi, có thể dùng tấm chắn ở hai bên lưỡi ủi. Để giảm thiểu phân tầng của bê tông, cần chú ý là:

- Chọn hướng san của xe ủi hoặc máy san vuông góc với hướng xe ben đổ bê tông.
- Khi bê tông được đổ thành đồng, không nên bắt đầu san từ giữa đồng bê tông, vì khi đó, bê tông sẽ chảy ra hai bên cạnh xe ủi, tăng mức độ phân ly.
- Khi san bê tông theo nhiều lớp, không nên để bê tông của lớp trên phủ lên mái ta luy của lớp dưới.
- Khi lùi máy ủi, phải nhắc lưỡi ben khỏi bề mặt bê tông để tránh bong bật cốt liệu.

Nếu dùng máy rải chuyên dụng, nên chọn loại máy rải có khả năng đầm nén tốt, để đảm bảo sau khi rải, hỗn hợp BTĐL đạt được độ chặt xấp xỉ 80 %. Vận tốc di chuyển của máy rải từ 0,13 - 0,22 km/h.

Đối với cả hai trường hợp sử dụng máy, để đạt được độ chặt tốt nhất, hỗn hợp BTĐL sau khi đầm nén có bề dày không được vượt quá 25 cm và không nên nhỏ hơn ba lần cỡ hạt danh định lớn nhất.

Lưu ý là độ chặt đầm nén đối với hỗn hợp BTĐL được quy định bằng tỷ số giữa dung trọng ướt của hỗn hợp BTĐL tại công trường (sau khi đầm nén) và dung trọng ướt thiết kế (sau khi đã được đầm nén ở trong điều kiện tiêu chuẩn, tại phòng thí nghiệm).

5.4 Đầm nén BTĐL

Thời gian từ lúc rải đến lúc đầm nén không được vượt quá 10 phút, nên dùng máy lu rung bánh thép, trọng lượng máy không nhỏ hơn 9,5 tấn. Trình tự lu lớp BTĐL như sau là

- Lu sơ bộ là sử dụng lu bánh thép, không bật bộ phân rung, lu hai lượt trên điểm, vận tốc lu khoảng 2,5 km/h.
- Lu đầm chặt là lu bánh thép (có rung), lu 4 lượt trên điểm (đạt độ đầm chặt 98%), vận tốc lu khoảng 2,5 km/h.
- Lu hoàn thiện là sử dụng lu bánh lốp hoặc lu hỗn hợp (bánh thép+bánh lốp) không bật rung, lu 2 lượt trên điểm, vận tốc lu khoảng 2,5 km/h.

Trong quá trình thi công, nếu máy lu vẫn nổ máy nhưng không di chuyển, bắt buộc phải tắt chế độ rung. Các chỉ dẫn chi tiết về quá trình lu lên mặt đường BTXM đầm lẫn có thể tham khảo trong [11].

6. Kết luận

Bài báo đã sơ bộ tổng hợp nội dung tính toán và thi công mặt đường bằng bê tông xi măng đầm lẫn. Loại mặt đường này cho phép tiết kiệm được, giảm sự phụ thuộc vào thời tiết, khí hậu bất lợi, đồng thời cho phép xe lưu thông sớm hơn so với mặt đường bê tông xi măng thông thường. Tuy vậy, để có thể đưa loại mặt đường này vào thi công đại trà, cần có nhiều hơn các thí nghiệm, thi công thử để kiểm tra các đặc tính kỹ thuật đồng thời phải có luận chứng kinh tế đầy đủ.

Tài liệu tham khảo

1. Gabriel J. Assaf et al., (2006), *Catalogue de dimensionnement des aire de circulation et de chargement en béton compacté au rouleau*.
2. Association canadienne du ciment, (2004), *Conception et realisation de revêtement en béton compacté au rouleau au Québec*.
3. Bộ Giao thông Vận tải, (1995), *Tiêu chuẩn thiết kế Áo đường cứng đường ô tô*, 22-TCN 223-95.
4. ABDO J. et al., (1997), *Chaussées en béton - Guide technique*. LCPC-SETRA, 134 trang.
5. Dương Học Hải, Nguyễn Xuân Trục (1999), *Thiết kế đường ô tô*. Tập 2, Nxb Giáo dục, 243 trang.
6. Tessier G. R., (1994), *Guide de construction et d'entretien des chaussées*. Association québécoise du transport et des routes, 394 trang.
7. Association canadienne du ciment. "Thickness design for concrete highway and street pavements", *Engineering Bulletin*, EB 2009.03, 48 trang.
8. Karsten Rendchen, Otmar Hersel, 2006, *Revêtements routiers en béton compacté au rouleaulà experiences faites en Allemagne, L'actualité des routes en béton*, BDZ-CEMSSUISE-VOZ.
9. Phạm Hữu Hanh, (2008), *Bê tông đầm lăn*, Nxb Xây dựng, trang 16.
10. PCA, (2004), "Guide specification for construction of Roller-Compacted Concrete Pavement", *Hiệp hội Xi măng poóc lăng (Portland Cement Association)*, trang 2.
11. Dương Học Hải, Hoàng Tùng (2010), *Mặt đường Bê tông xi măng cho đường ô tô và sân bay*, Nxb Xây dựng.
12. *Áo đường mềm. Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế*. 22TCN-211-06
13. Nguyễn Quang Hiệp, 2005, *Nghiên cứu chế tạo bê tông đầm lăn cho đập và mặt đường trong điều kiện Việt Nam*. Luận án TSKT, Hà Nội.
14. Lê Quang Hùng, 2006, *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ bê tông đầm lăn cho thi công đường và đập trọng lực*. Báo cáo tổng kết đề tài KH&CN cấp Bộ, IBST.