e-ISSN: 3093 – 3145
Tạp chí Khoa học và Công nghệ Y khoa, 2026, 03, 028-031

SỬ DỤNG BÊ TÔNG CỐT THÉP LIÊN TỤC TĂNG CƯỜNG MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG XI MĂNG SÂN BAY BẰNG GIẢI PHÁP NỬA DÍNH CHẶT TRONG ĐIỀU KIỆN KHÍ HẬU VIỆT NAM

Ngô Hà Sơn, Vũ Thành Quang*
Trường Đại học Lương Thế Vinh, Số 9 Đường Cầu Đông, Phường Nam Định, Tỉnh Ninh Bình, Việt Nam
* Tác giả liên hệ: vuthanhquang@ltvu.edu.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận: 03/03/2026
Ngày hoàn thiện: 18/03/2026
Ngày chấp nhận: 26/03/2026
Ngày đăng: 31/03/2026

TỪ KHÓA
Bê tông cốt thép liên tục,
Bê tông tăng cường,
Giải pháp nửa dính chặt.

TÓM TẮT
Bài báo trình bày sử dụng bê tông xi măng cốt thép liên tục (BTCTLT) tăng cường mặt đường bê tông xi măng (BTXM) sân bay bằng giải pháp nửa dính chặt trong điều kiện khí hậu Việt Nam.Nội dung gồm: sự cần thiết tăng cường mặt đường BTXM sân bay; cơ sở lý thuyết của giải pháp tăng cường; cấu tạo và sự làm việc của mặt đường BTCTLT; Sử dụng BTCTLT tăng cường mặt đường BTXM bằng giải pháp nửa dính chặt. Kết quả khảo sát trên mô hình số mối quan hệ giữa ma sát đáy tấm BTCTLT tăng cường với chiều dài tấm và khẳng định giải pháp tăng cường đề xuất là khả thi.

THE USAGE OF CONTINUOUSLY REINFORCED CONCRETE PAVEMENT (CRCP) TO ENHANCE AIRPORT CEMENT CONCRETE ROAD SURFACE BY HALF - ADHESIVE METHOD IN THE CLIMATE CONDITION OF VIETNAM

Ha Son Ngo, Thanh Quang Vu*
Luong The Vinh University, 9 Cau Dong Street, Nam Dinh Ward, Ninh Binh Province, Viet Nam
*Corresponding Author: vuthanhquang@ltvu.edu.vn

ARTICLE INFO

Received: Mar 03, 2026
Revised: Mar 18, 2026
Accepted: Mar 26, 2026
Published: Mar 31, 2026

KEYWORDS
Continuous reinforced concrete,
Reinforced concrete,
Half- adhesive method.

ABSTRACT
The article presented the use of continuous reinforced concrete cement to enhance the cement concrete pavement of the airport by a half - adhesive method in Vietnam's climate condition. The content included: the necessary and demand of strengthening cement concrete road surface of airport; theoretical basis of strengthening solution; structure and function of continuously reinforced concrete pavement; Using CRCP to strengthen concrete cement pavement with a half-adhesive solution. The survey resulted on the numerical model showed the relationship between the bottom friction of continuously reinforced concrete sheet reinforced and sheet length, and confirmed that the propose of strengthening solution was feasible.

1. Đặt vấn đề

Trước năm 2005, kết cấu đường cất hạ cánh, đường lăn, sân đỗ ở các sân bay lớn phổ biến là bê tông xi măng (BTXM) phân tấm thông thường, trên móng cát gia cố xi măng hoặc BTXM nghèo. Do vậy, chất lượng khai thác không được tốt, cụ thể: không êm thuận khi máy bay chuyển động; khe co giãn thường bị hỏng làm cho nước thấm xuống phá hoại nền và là nguyên nhân gây lún sụt, nứt tấm; công trình xuống cấp sau một thời gian khai thác; v.v... Sau năm 2005, kinh tế nước ta đủ điều kiện cho phép cải thiện, nâng cao chất lượng đường cất hạ cánh. Một số sân bay, như: Nội Bài; Tân Sơn Nhất; Cần Thơ; v.v... đã sử dụng kết cấu bê tông nhựa polime trên BTXM nhằm hạn chế những yếu điểm của mặt đường BTXM phân tấm thông thường. Tuy nhiên, hiện nay lại gặp khó khăn do xuất hiện hiện tượng hằn lún vệt bánh xe trên bề mặt bê tông nhựa polime, không chỉ đối với đường sân bay mà cả đường ô tô. Đây là vấn đề chưa tìm được giải pháp khắc phục triệt để. Nếu sử dụng kết cấu bê tông xi măng cốt thép liên tục (BTCTLT) tăng cường không chỉ khắc phục được hiện tượng hằn lún vệt bánh xe, mà còn phát huy được điểm mạnh của mặt đường BTXM, và quan trọng là bỏ được gần hết khe ngang giúp cho máy bay chuyển động êm thuận và hạn chế nước trên bề mặt thấm xuống phá hoại nền đường.

Tuy nhiên, không phải lúc nào ta cũng có điều kiện xây mới mặt đường, bởi sự tốn kém kinh phí, mà lại không tận dụng hết khả năng chịu tải của mặt đường BTXM cũ. Hiện nay, tăng cường mặt đường BTXM theo 2 giải pháp phổ biến: giải pháp dính chặt (còn gọi là liền khối) và giải pháp cách li. Giải pháp tăng cường dính chặt tận dụng triệt để khả năng chịu tải của mặt đường BTXM cũ; giải pháp tăng cường cách li thì chiều dày tối thiểu của lớp BTXM bên trên cũng phải 20 cm, điều này dẫn đến phải nâng độ cao toàn bộ các công trình liên quan, như: dải bảo hiểm, hệ thống thoát nước; sân đường; v.v... [1] Tuy nhiên, do cơ chế làm việc của mặt đường BTCTLT không thể áp dụng giải pháp tăng cường dính chặt. Chính vì vậy, bài báo này đi sâu nghiên cứu giải pháp nửa dính chặt khi tăng cường mặt đường BTXM bằng BTCTLT. Hiện nay, với sự phát triển mạnh mẽ của vật liệu mới chuyên dùng, công nghệ dính chặt đối với mặt đường BTXM không còn là vấn đề khó khăn, phức tạp. Năm 1992, nhóm đề tài cấp Nhà nước KC10.06, "Công nghệ mới trong xây dựng và sửa chữa mặt đường sân bay", đã tiến hành thử nghiệm thành công công nghệ dính chặt trên đường cất hạ cánh 25R sân bay Tân Sơn Nhất.

Mục tiêu đặt ra là nghiên cứu sử dụng BTCTLT tăng cường cho mặt đường BTXM phân tấm thông thường bằng giải pháp nửa dính chặt, trong điều kiện khí hậu Việt Nam. Trong đó, tập trung xây dựng mô hình bài toán xác định ứng suất trong tấm BTCTLT tăng cường, làm cơ sở xác định lượng cốt thép dọc và cấu tạo mặt đường.

2. Cấu tạo và sự làm việc của mặt đường BTCTLT

Mặt đường BTCTLT có cốt thép được bố trí liên tục suốt chiều dài đường, song song với tim đường, gọi là cốt thép dọc. Cốt thép dọc chỉ để hạn chế việc phát sinh số lượng khe nứt, và bề rộng khe nứt do sự thay đổi nhiệt độ đều trong tấm. Cốt thép ngang bố trí theo cấu tạo. Cốt thép dọc và cốt thép ngang được đặt ở vị trí khoảng từ 1/3 ÷ 1/2 chiều dày mặt đường, kể từ bề mặt mặt đường. Theo AASHTO qui định: hàm lượng cốt thép dọc thường bằng 0,5 ÷ 0,7% diện tích tiết diện ngang mặt đường; khoảng cách giữa các khe nứt ngang cách nhau từ 1,0 ÷ 2,5 m; độ rộng khe nứt không được quá 0,5 mm.

Trong tài liệu [2], bằng nghiên cứu lý thuyết chỉ ra:

- Bề rộng khe nứt:

$$b = \psi_{ct} \frac{\sigma_{ct}}{E_{ct}} a \quad (1)$$

trong đó:

b - bề rộng khe nứt

ψ_{ct} - hệ số xét đến sự làm việc chịu kéo của bê tông nằm giữa hai khe nứt;

σ_{ct} - ứng suất kéo của cốt thép ở tiết diện có khe nứt;

E_{ct} - mô đun đàn hồi của thép;

a - khoảng cách giữa 2 khe nứt và được xác định theo công thức (2).

- Khoảng cách giữa 2 khe nứt a:

$$a=\left(\frac{\sigma_{ct}-2\alpha R_{bt}}{\tau}\right)\frac{F_{ct}}{C_{ct}} \quad (2)$$

trong đó:

α - tỉ số giữa mô đun đàn hồi của cốt thép dọc (E_{ct}) với mô đun đàn hồi của bê tông (E_{bt});

R_{bt} – cường độ chịu kéo của BTXM;

τ - lực dính bám giữa cốt thép với BTXM phân bố trung bình trên đoạn a;

F_{ct} - diện tích tiết diện cốt thép chịu kéo;

C_{ct} - chu vi tiết diện cốt thép chịu kéo;

Hệ dầm neo được sử dụng cho mối nối tại khe dãn và mối nối chuyển tiếp, thường gồm từ 3 ÷ 5 dầm ngang hình chữ nhật bằng bê tông cốt thép. Đầu trên của dầm ngang chịu lực kéo của cốt thép dọc. Khoảng cách lớn nhất giữa các dầm neo là 200 ÷ 240 m [3], đây chính là chiều dài lớn nhất của tấm BTCTLT.

Cơ chế làm việc của mặt đường BTCTLT, khi nhiệt độ đều trong tấm giảm so với thời điểm đổ bê tông hoặc thời điểm xét, tấm co về tâm hình học của tấm. Do ma sát giữa đáy tấm với bề mặt mặt đường BTXM cũ, gây nên ứng suất kéo trong tấm. Nếu ứng suất kéo tại vị trí nào đó lớn hơn cường độ chịu kéo của bê tông, thì tại vị trí đó sẽ xuất hiện khe nứt. Và khi này, cốt thép dọc sẽ làm việc. Khi nhiệt độ đều trong tấm tiếp tục giảm, ứng suất kéo trong tấm sẽ tăng dần và xuất hiện các khe nứt tiếp theo. Bề rộng khe nứt và khoảng cách giữa các khe nứt phụ thuộc vào lượng cốt thép dọc, trị số ma sát giữa đáy tấm với bề mặt móng và giá trị thay đổi nhiệt độ đều trong tấm. Trong trường hợp nhiệt độ đều trong tấm tăng so với thời điểm khi đổ bê tông, tấm giãn, tâm giãn trùng với tâm hình học của tấm. Khi này, trong tấm xuất hiện ứng suất nén và hình thành lực nén dọc. Lực nén dọc tăng đến một giá trị nào đó, sẽ gây phá hoại bền. Trong trường hợp ma sát giữa đáy lớp BTCTLT với bề mặt mặt đường BTXM cũ bằng 0 (giải pháp cách li) để lớp BTCTLT nứt ngang được khi nhiệt độ đều trong tấm giảm, người ta phải neo cốt thép dọc bằng các hệ dầm ngang.

3. Sử dụng BTCTLT tăng cường mặt đường BTXM bằng giải pháp nửa dính chặt

Việc sử dụng BTCTLT tăng cường mặt đường BTXM bằng giải pháp nửa dính chặt trong điều kiện khí hậu Việt Nam, cần phải giải quyết những nội dung sau:

1. Hiểu thế nào là giải pháp tăng cường nửa dính chặt?

2. Xác định trị số thay đổi nhiệt độ đều mặt đường BTXM sau khi tăng cường trong điều kiện khí hậu Việt Nam;

3. Xây dựng mô hình bài toán xác định trạng thái ứng suất của mặt đường khi sử dụng BTCTLT tăng cường mặt

đường BTXM bằng giải pháp nửa dính chặt, làm cơ sở xác định chiều dày, chiều dài lớn nhất và lượng cốt thép dọc của lớp bê tông tăng cường.

3.1. Giải pháp tăng cường nửa dính chặt

Nếu ta chọn sử dụng BTCTLT tăng cường mặt đường BTXM bằng giải pháp dính chặt, khi đó sự làm việc của lớp BTCTLT tăng cường không còn đúng như ta mong muốn, cụ thể: vết nứt phản ánh từ khe co, giãn của lớp BTXM cũ sẽ phản ánh lên lớp trên với chiều rộng vết nứt vượt quá qui định cho phép, và vô hình chung việc bố trí cốt thép dọc không có tác dụng, bởi cốt thép dọc nằm trong vùng chịu nén của bê tông, tương tự như mặt đường một lớp mà cốt thép bố trí phía trên mặt phẳng trung hòa. Nếu ta chọn giải pháp cách li thì hiệu quả tận dụng khả năng chịu lực của mặt đường BTXM cũ sẽ không cao. Trong trường hợp này, khi tính toán ta coi mô hình tấm 2 lớp, có lớp phân cách trên nền đàn hồi. Giải pháp tăng cường nửa dính chặt được hiểu là giữa lớp BTCTLT tăng cường với lớp BTXM cũ có dính kết một phần và được thể hiện qua tham số ma sát giữa đáy của lớp tăng cường với bề mặt của lớp cũ. Trị số ma sát này chọn sao cho đủ lớn, để lớp BTCTLT tăng cường làm việc theo đúng mô hình của nó, nhưng vẫn phát huy tối đa khả năng chịu tải của lớp BTXM cũ. Nhờ vậy mà nâng cao được hiệu quả khai thác và kinh tế.

3.2. Xác định trị số thay đổi nhiệt độ đều mặt đường sau khi tăng cường trong điều kiện khí hậu Việt Nam

Mô tả sự truyền dẫn nhiệt trong mặt đường, người ta sử dụng phương trình truyền dẫn nhiệt Phu-ri-ê. Trường nhiệt độ trong mặt đường BTXM được xác định [1]:

$$t(z,\tau)=t_{tb}+Ae^{\left(-z\sqrt{\frac{\omega}{2a}}\right)}\cos\left(\omega\tau-z\sqrt{\frac{\omega}{2a}}\right) \quad (3)$$

trong đó:

$t(z,\tau)$ - nhiệt độ ở điểm xét có chiều sâu z, tại thời điểm τ;

t_{tb} - nhiệt độ trung bình của mặt đường trong chu kỳ ngày đêm;

a - hệ số dẫn nhiệt của BTXM;

ω - tần số dao động nhiệt độ trong ngày đêm, 1/giờ;

A - biên độ dao động lớn nhất của nhiệt độ bề mặt mặt đường, được xác định theo công thức:

$$A=\frac{t_M-t_m}{2}+t_{bx} \quad (4)$$

trong đó:

t_M - nhiệt độ cực đại trung bình của không khí lấy theo tháng;

t_m - nhiệt độ cực tiểu trung bình của không khí lấy theo tháng;

t_{bx} - nhiệt độ do bức xạ mặt trời làm nóng mặt đường, được xác định theo công thức:

$$t_{bx}=\rho\frac{I}{a_1}k_1 \quad (5)$$

trong đó:

ρ - hệ số hấp thụ nhiệt của mặt đường;

I - cường độ bức xạ mặt trời, kcal/m^2.giờ;

a_1 - hệ số truyền nhiệt;

k_1 - hệ số giảm cường độ bức xạ mặt trời do có nhiều bụi trong không khí.

Xét điều kiện khí hậu Hà Nội đại diện cho khí hậu Việt Nam, nơi nhiệt độ thay đổi theo mùa lớn trong năm, với số liệu đầu vào: t_{tb}=20^{o}C; t_M=32,8^{o}C; t_m=13,8 ^{o}C; ρ=0,65; I=7.987 kcal/m^2.giờ; k_1=0,5; a_1=18 kcal/m^2.độ.giờ; a=0,006 m^2/giờ; chiều dày lớp BTCTLT tăng cường là 10 cm và chiều dày của lớp BTXM cũ là 35 cm; Thời điểm xét lúc 5 giờ và 13 giờ, đây là thời điểm nhiệt độ bề mặt mặt đường nhỏ nhất và lớn nhất trong ngày. Kết quả tính được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả tính phân bố nhiệt độ theo chiều sâu trong mặt đường BTXM.

TT	Chiều sâu mặt đường (cm)	Thời điểm 5 giờ	Thời điểm 13 giờ	Chênh lệch nhiệt độ thời điểm 13 giờ với 5 giờ, (^{o}C)
1	0	20,5	60,4	39,9
2	10	35,5	47,8	12,3
3	25	40,1	38,5	-1,6
4	40	39,4	39,4	0
5	45	39,4	39,5	0,1

Nhận xét:

- Biên độ dao động nhiệt độ giữa 2 thời điểm nhiệt độ thấp nhất (5 giờ) và cao nhất (13 giờ) càng xuống sâu càng giảm nhanh. Ở độ sâu 22,5 cm (vị trí mặt phẳng trung hòa) dao động nhiệt độ xấp sỉ 0^{o}C. Nói cách khác, có thể hiểu nhiệt độ thay đổi đều trong tấm BTXM sau khi tăng cường là bằng 0^{o}C.

- Sự thay đổi nhiệt độ đều của lớp BTCTLT là 26,1^{o}C. Đây cũng là lợi thế để hình thành khe nứt ngang.

3.3. Mô hình bài toán tấm BTCTLT tăng cường mặt đường BTXM bằng giải pháp nửa dính chặt

3.3.1. Bài toán xác định ứng suất nhiệt trong tấm BTCTLT có kể đến ma sát đáy tấm khi nhiệt độ đều trong tấm giảm

a. Mục tiêu

Khảo sát mối quan hệ giữa ma sát đáy lớp tăng cường với chiều dài lớn nhất của tấm khi thay đổi giá trị ma sát.

b. Mô hình

Lực ma sát phân bố trên một đơn vị chiều dài tỷ lệ thuận với chuyển vị ngang ở mặt đáy tấm:

$$\tau = ku \quad (6)$$

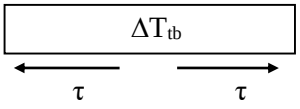
trong đó:

τ - lực ma sát phân bố trên một đơn vị chiều dài đáy tấm BTCTLT, daN/cm;

k - mô đun cản trượt, daN/cm^3.

u - chuyển dịch ngang của tấm, cm;

c. Sơ đồ tính: xem hình 1.



Hình 1. Sơ đồ tính ứng suất nhiệt trong mặt đường khi nhiệt độ đều trong tấm thay đổi.

d. Công thức tính

Ứng suất kéo uốn lớn nhất ở tâm tấm [2]:

$$\sigma_{bt}^{max}=\alpha\Delta T_{tb}E_{bt}-\alpha\Delta T_{tb}\frac{E_{bt}}{1-\mu^2}\left(1-\frac{1}{ch\frac{nL}{2}}\right)-\frac{E_{bt}}{L}\left[\alpha\Delta T_{tb}\frac{th\left(\frac{nL}{2}\right)}{n}+\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{q}b_i\right] \quad (7)$$

trong đó:

σ_{bt}^{max} - ứng suất kéo uốn lớn nhất ở tâm tấm, daN/cm^2;

α – hệ số dãn dài do nhiệt độ, 10^{-5} ^{o}C;

E_{bt} – mô đun biến dạng đàn hồi của BTXM, daN/cm^2;

ΔT_{tb} - giá trị thay đổi nhiệt độ đều của tấm, ^oC;
μ – hệ số Poát-xông;
n – hệ số, được xác định theo công thức (8);

$$n = \sqrt{\frac{k(1-\mu^2)}{E_{bt}h}} \quad (8)$$

L – chiều dài tấm, cm;
b – chiều rộng khe nứt lựa chọn, chỉ số q là số lượng khe nứt trong tấm, cm;
h – chiều dày lớp BTCTLT tăng cường, cm.

e. Khảo sát trên mô hình số

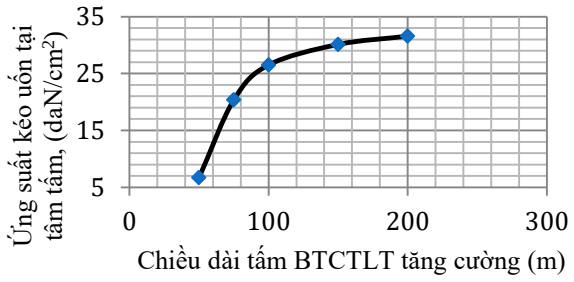
Số liệu đầu vào:

- BTCTLT: E_{bt}=3,1.10^{+5} daN/cm^2; μ=0,15; γ=2,4.10-3 daN/cm^3; α=1.10^{-5} ^oC.
- Tấm BTCTLT: b=0,04 cm; a=2 m; nhiệt độ đều của tấm giảm 26,1^oC [2]; chiều dày h thay đổi; mô đun cản trượt k thay đổi.

Kết quả tính xem Bảng 2, Hình 2.

Bảng 2. Kết quả tính ứng suất kéo uốn tại tâm tấm theo chiều dài tấm.
Với k=4 daN/cm^3; h=10 cm.

Chiều dài tấm, (m)	50	75	100	150	200
Ứng suất kéo uốn tại tâm tấm, (daN/cm^2)	6,72	20,40	26,54	30,14	31,60



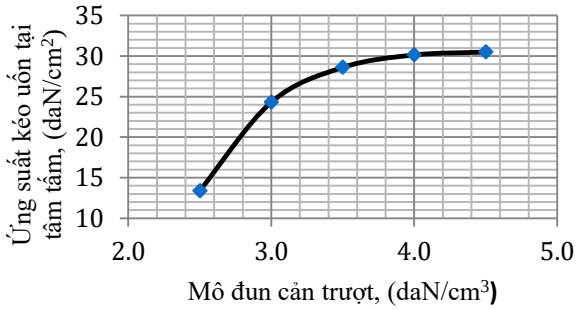
Hình 2. Đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa ứng suất kéo uốn tại tâm tấm với chiều dài tấm (Khi k=4 daN/cm^3; h=10 cm)

Khảo sát mối quan hệ giữa mô đun cản trượt với ứng suất kéo uốn tại tâm tấm BTCTLT, khi chiều dài tấm L=150 m, chiều dày tấm h=10 cm.

Kết quả tính xem Bảng 3, Hình 3.

Bảng 3. Kết quả tính ứng suất kéo tại tâm tấm theo mô đun cản trượt.
Với L=150 m; h=10 cm.

Mô đun cản trượt, (daN/cm^3)	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Ứng suất kéo uốn tại tâm tấm, (daN/cm^2)	13,39	24,3	28,6	30,14	30,5



Hình 3. Đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa mô đun cản trượt với ứng suất kéo uốn tại tâm tấm BTCTLT (Khi L=150 m; h=10 cm)

4. Kết luận

- Nghiên cứu sử dụng BTCTLT tăng cường cho mặt đường BTXM phân tấm thông thường bằng giải pháp nửa dính chặt, trong điều kiện khí hậu Việt Nam là cần thiết và mang tính thời sự.
- Sử dụng BTCTLT tăng cường cho mặt đường BTXM cũ bằng giải pháp nửa dính chặt, sẽ phát huy được những ưu điểm của mặt đường BTCTLT, và đảm bảo cho mặt đường BTCTLT làm việc theo đúng mô hình của nó.
- Khi tăng cường lớp BTCTLT, nhiệt độ thay đổi đều trong tấm BTXM mặt đường sau tăng cường giảm rất nhiều, tính toán cho khu vực khí hậu Hà Nội, trị số này xấp sỉ bằng 0oC. Trong khi đó, nhiệt độ thay đổi đều ở lớp BTCTLT (dày 10 cm) là 26,1oC. Điều này rất quan trọng là nó tạo điều kiện thuận lợi để hình thành các vết nứt ngang mà không cần thiết phải có hệ dầm ngang để neo cốt thép dọc.
- Khảo sát trên mô hình số cho thấy mối quan hệ chặt chẽ giữa ma sát đáy tấm BTCTLT tăng cường thông qua hệ số mô đun cản trượt, với ứng suất lớn nhất trong tấm và chiều dài tấm. Dựa trên mô hình số, ta hoàn toàn có thể chọn lựa chiều rộng và khoảng cách giữa các vết nứt ngang; chiều dài lớn nhất của tấm BTCTLT; và là cơ sở để tính lượng cốt thép dọc.

5. Tài liệu tham khảo

[1] Г. И. Глушков, В. Ф. Бабков, Л. И. Горецкий, А. С. Смирнов; Под ред Г. И. Глушкова (1981). Изыскания и проектирование аэродромов. М. : Транспорт.

[2] Ngô Hà Sơn. (2012). Ứng dụng mặt đường bê tông xi măng cốt thép liên tục trong điều kiện khí hậu Việt Nam. Hội nghị Cơ học toàn quốc lần thứ IX. Hà Nội.

[3] Nguyễn Xuân Đào (2001). Nghiên cứu ứng dụng công nghệ mặt đường BTXM ít mối nối, xây dựng đường cấp cao ở Việt Nam. Viện Khoa học Công nghệ GTVT, Hà Nội.