

Phần 1. CÔNG BỐ CÔNG TRÌNH KHOA HỌC

Trang 3

ĐẶNG THÙY CHI
BÙI THỊ THANH MAI
ĐỖ VĂN LINH

Khoa Kỹ thuật Xây dựng
Trường Đại học Giao thông Vận tải

Nghiên cứu thực nghiệm xác định ứng xử chịu uốn và chịu cắt của kết cấu dầm bê tông cốt thép chế tạo từ bê tông cốt liệu nhẹ

Experimental study on flexural and shear behaviour of reinforced concrete lightweight aggregate beams

Trang 12

ĐỖ THÁI SƠN
Khoa Cơ khí

Trường Đại học Giao thông Vận tải

Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số tác nhân sấy đến quá trình sấy thóc trong thiết bị sấy vi ngang

Studying the effect of drying air parameters on the paddy drying process in the flat-bed drier

Trang 20

NGUYỄN HOÀNG TÙNG
Khoa Quản lý xây dựng

Trường Đại học Giao thông Vận tải

Xác định thời gian khai thác của chủ đầu tư tư nhân theo phương pháp rủi ro giá trị hiện tại thuần áp dụng cho các dự án BOT giao thông tại Việt Nam

Identifying the concession period for private investors in build-operate-transfer transport projects in Viet Nam by the NPV-at-risk approach

Trang 29

NGUYỄN MẠNH HÙNG
Khoa Cơ khí

Trường Đại học Giao thông Vận tải

Nghiên cứu đánh giá khả năng hư hỏng do môi nhiệt của lớp bê tông nhựa mặt cầu bê tông xi măng

Evaluating the damage ability due to thermal fatigue of the asphalt layer on cement concrete

briges

Trang 35

NGUYỄN THỊ MI TRÀ
Trường Đại học Giao thông Vận tải
AKIHIRO KATO

Công ty TNHH Taiyu Việt Nam

Phân tích kết quả kiểm tra độ thấm nước hiện trường của mặt đường bê tông nhựa rỗng thoát nước trên dự án cao tốc Pháp Vân - Cầu Giẽ - Ninh Bình

Analyzing the results of permeability test on site of porous asphalt pavement on the Phap Van - Cau Giẽ - Ninh Binh motorway

Trang 41

NGUYỄN XUÂN HUY
LÊ MINH CUỒNG

Khoa Kỹ thuật xây dựng
Trung tâm nghiên cứu và ứng dụng công nghệ xây dựng RACE
NGUYỄN THỊ NHUNG

Khoa Công trình
Trường Đại học Giao thông Vận tải

Phân tích sự phá hoại chọc thủng của bản bê tông cốt thép được gia cường bằng bê tông cốt lưới dệt

Analyzing the punching failure of reinforced concrete slabs strengthened by textile reinforced concrete

Trang 48

TRẦN NGỌC TÚ
LÊ THỊ THÚY NGÀ

Khoa Điện - Điện tử
Trường Đại học Giao thông Vận tải

Nghiên cứu phương pháp tối ưu phân tán cho hệ thống đa tác tử bậc hai

A research on the distributed optimization method for the second-order multi-agent system

Trang 57

VŨ TUẤN ĐẠT
NGUYỄN ĐỨC TOÀN

Khoa Cơ khí
Trường Đại học Giao thông Vận tải

Tính bền kết cấu khung giá chuyển hướng toa xe hàng MC bằng phương pháp phần tử hữu hạn

Analysis of structural strength for bogie frame
of MC wagons by finite element method

**Phần 2. TRAO ĐỔI HỌC THUẬT
& THÔNG TIN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ**

Trang 67

HOÀNG HẢI YẾN

Khoa Lý luận - Chính trị

Trường Đại học Giao thông Vận tải

Một số giải pháp nhằm cân bằng giữa việc học
và việc làm thêm của sinh viên Trường Đại học
Giao thông Vận tải hiện nay

Some solutions to balance the study and the part
- time work undertaken by the students at the
University of Transport and Communications
today

Ảnh bìa 1: Hồng Phong

Phần 1

CÔNG BỐ CÔNG TRÌNH KHOA HỌC

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH ỨNG XỬ CHỊU UỐN VÀ CHỊU CẮT CỦA KẾT CẤU DẦM BÊ TÔNG CỐT THÉP CHẾ TẠO TỪ BÊ TÔNG CỐT LIỆU NHẸ

DANG THUY CHÌ, BUI THỊ THANH MAI, ĐỖ VĂN LINH

Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Giao thông vận tải

Email liên hệ: thuychi.dang@utc.edu.vn

Tóm tắt: Nhiều năm qua, bê tông cốt liệu nhẹ đã được sử dụng khá rộng rãi trên thế giới. Tuy nhiên ở Việt Nam hiện nay, bê tông cốt liệu nhẹ mới chỉ được ứng dụng phổ biến trong các kết cấu tường đúc sẵn, chưa được sử dụng nhiều trong các kết cấu chịu lực. Các nghiên cứu trên thế giới cũng chỉ ra rằng, ứng xử của bê tông cốt liệu nhẹ chịu cắt phức tạp hơn nhiều so với ứng xử chịu nén và chịu uốn. Trong bài báo này, tác giả đã tập trung nghiên cứu xác định ứng xử chịu uốn và chịu cắt đồng thời của dầm bê tông cốt thép sử dụng cốt liệu nhẹ bằng thực nghiệm, đối với 8 dầm có cấu tạo số lượng cốt thép đai khác nhau. Các dầm này sử dụng bê tông cốt liệu nhẹ với cường độ chịu nén khoảng 35 MPa, được thí nghiệm uốn 4 điểm với tỷ lệ chiều dài chịu cắt trên chiều cao dầm bằng 1,5. Ứng xử chịu uốn và chịu cắt của các dầm này sẽ được đánh giá qua khả năng chịu lực, quan hệ lực - độ võng và sự phát triển vết nứt.

Từ khóa: Bê tông cốt liệu nhẹ, ứng xử uốn, cắt.

Abstract: Lightweight aggregate concrete has been available in the world for many years but not very popular in stressed structures apart from block masonry in Viet Nam. A thorough search of existing literature also reveals that behaviour of lightweight aggregate concrete under shear is more complicated than that under load and flexure. This paper mainly identifies the flexure and shear characteristics of reinforced concrete beams made of lightweight aggregate. For that purpose, 8 concrete beams with dissimilar spacing of transverse reinforcement were produced. These lightly reinforced 35 MPa concrete beams were tested in a four-point loading test setup at a shear to span ratio of 1.5. The flexure and shear behaviours of the beams are to be evaluated by measuring the maximum load capacity, load-curve deflection relationship and crack propagation for all tested beams.

Keywords: Lightweight aggregate concrete, flexure, shear.

Ngày nhận bài: 08/04/2019 Ngày chấp nhận đăng: 18/04/2019 Ngày nhận bài sửa: 26/04/2019

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên thực tế, bê tông cốt liệu nhẹ đã được sử dụng thành công và phổ biến trong xây dựng nói chung và xây dựng cầu nói riêng từ hơn 70 năm qua trên thế giới. Năm 1991, Holm và Bremner [1] đã tổng hợp rằng hơn 300 cầu nhẹ được xây dựng ở Bắc Mỹ, tối thiểu 100 cái đã

xây dựng ở Liên Xô cũ, một số lượng đáng kể đã được thực hiện ở châu Âu và đặc biệt hơn 2000 cầu nhẹ nhịp ngắn đã được xây dựng ở Alberta, Canada. Rõ ràng việc sử dụng bê tông cốt liệu nhẹ trong xây dựng cầu không phải là mới trên thế giới, tuy nhiên vẫn hoàn toàn mới mẻ trên thị trường Việt Nam. Trong những năm gần đây, việc chế tạo bê tông cốt liệu nhẹ đã bắt đầu được quan tâm ở nước ta. Tuy nhiên, khả năng chịu lực còn hạn chế nên loại bê tông này chủ yếu được sử dụng làm vật liệu cách nhiệt, gạch bloc và các tấm tường dùng trong xây dựng dân dụng. Trên thực tế, chưa có nhiều nghiên cứu và ứng dụng bê tông cốt liệu chịu lực nhẹ sử dụng trong để làm kết cấu chịu lực.

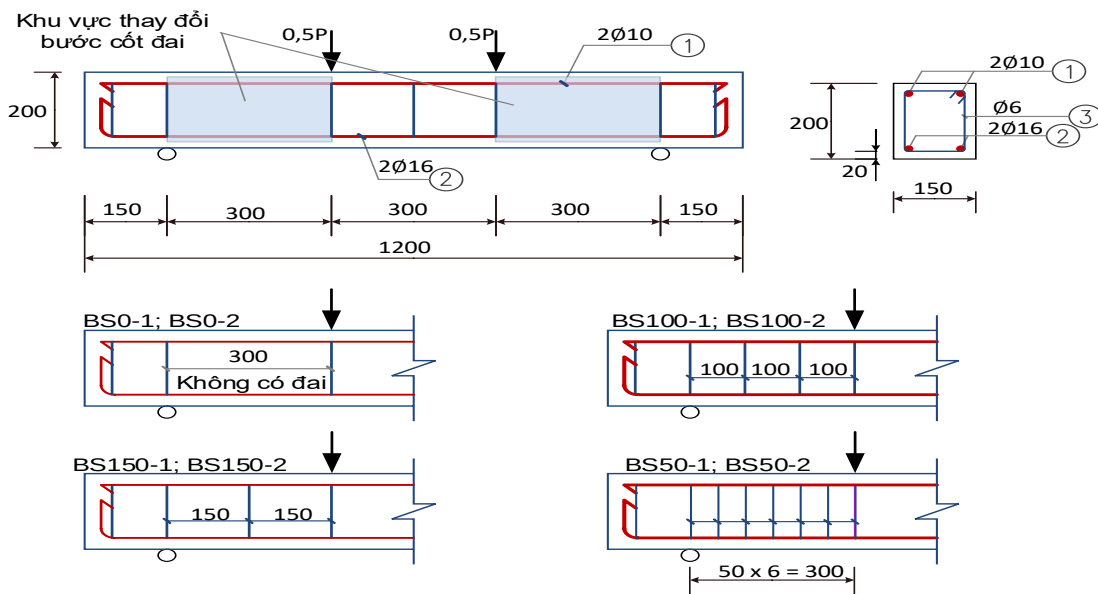
Một số nhà khoa học ở Việt Nam đã thực hiện việc nghiên cứu thành phần, tính chất bê tông cốt liệu nhẹ chịu lực (đặc biệt là bê tông cốt liệu nhẹ cường độ cao) với vật liệu trong nước để ứng dụng trong kết cấu cầu, nhà cao tầng [5, 6, 7]. Tuy nhiên, các nghiên cứu về ở quy mô kết cấu vẫn đang còn giới hạn, đặc biệt là về các ứng xử chịu lực quan trọng như chịu uốn, chịu cắt và chịu nén. Các nghiên cứu trên thế giới cũng chỉ ra rằng, do cường độ của cốt liệu nhẹ nhỏ hơn khá nhiều so với đá xi măng, ứng xử của bê tông cốt liệu nhẹ chịu cắt phức tạp hơn nhiều so với ứng xử chịu nén và chịu uốn [2, 3, 4].

Trong bài báo này, tác giả trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm xác định ứng xử chịu uốn và chịu cắt đồng thời của 8 dầm bê tông cốt thép chế tạo từ bê tông cốt liệu nhẹ, cường độ chịu nén khoảng 35 MPa. Các dầm này có cấu tạo số lượng cốt thép đai khác nhau, được thí nghiệm uốn 4 điểm với tỷ lệ chiều dài chịu cắt trên chiều cao dầm bằng 1,5. Mục đích của nghiên cứu nhằm khảo sát một cách phù hợp ứng xử chịu uốn và chịu cắt của kết cấu chế tạo từ một vật liệu còn tương đối mới ở Việt Nam - vật liệu bê tông cốt liệu nhẹ chịu lực.

II. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

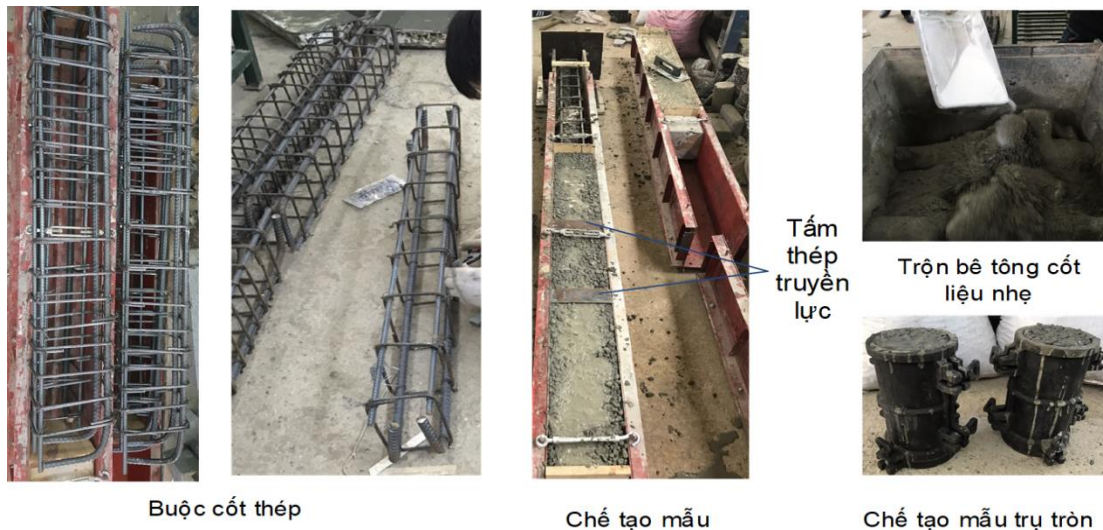
2.1. Thiết lập thí nghiệm

Trong nghiên cứu này, ứng xử chịu uốn và chịu cắt của kết cấu dầm bê tông cốt liệu nhẹ sẽ được xác định bằng phương pháp thực nghiệm. Tất cả 8 dầm được thí nghiệm đều có cùng kích thước $150 \times 200 \times 1200$ mm, sử dụng cốt thép dọc lớp trên và lớp dưới giống nhau, với hàm lượng cốt thép đai thay đổi. Các dầm được thí nghiệm uốn 4 điểm cho đến khi phá hoại. Chiều dài chịu cắt được lựa chọn bằng 300 mm, với mục đích làm cho các dầm thí nghiệm có thể bị phá hoại do cắt không chế (tỷ lệ chiều dài chịu cắt/chiều cao dầm là 1,5). Các dầm sử dụng 2Ø16 ở lớp dưới, 2Ø10 ở lớp trên, thép đai Ø6 thay đổi trên đoạn chiều dài chịu cắt (hình 1). Các dầm được đặt tên lần lượt là BSx-y, với x là khoảng cách giữa các cốt thép đai trong đoạn chiều dài chịu cắt; y là số thứ tự mẫu thí nghiệm. Cốt thép đai trong đoạn chiều dài chịu cắt hay đổi lần lượt là 0 (không có cốt đai), 150 mm, 100 mm, 50 mm. Với mỗi loại khoảng cách cốt đai, sẽ có 2 mẫu thí nghiệm được chế tạo. Kích thước và cấu tạo này của các dầm thí nghiệm cho phép khảo sát một cách phù hợp ứng xử chịu uốn và chịu cắt của kết cấu.



Hình 1. Cấu tạo các dầm thí nghiệm

Cốt liệu nhẹ sử dụng trong nghiên cứu này là đá xốp, có khối lượng thể tích ở trạng thái khô là $0,82 \text{ g/cm}^3$. Các vật liệu khác gồm xi măng poóc lăng, cát vàng sông Cầu, muối silic, phụ gia dẻo polycarboxylat cải tiến R209 và nước. Bê tông cốt liệu nhẹ có khối lượng thể tích là 1830 kg/m^3 , với cường độ chịu nén trung bình sau 28 ngày là 35 MPa. Cốt thép dọc và cốt thép đai có cường độ chịu kéo chảy trung bình lần lượt là 392 MPa và 325 MPa. Các vị trí gối tựa và gối đỡ được gia cường bằng thép tấm truyền lực, neo vào trong bê tông nhờ râu thép tải (hình 2a,b).



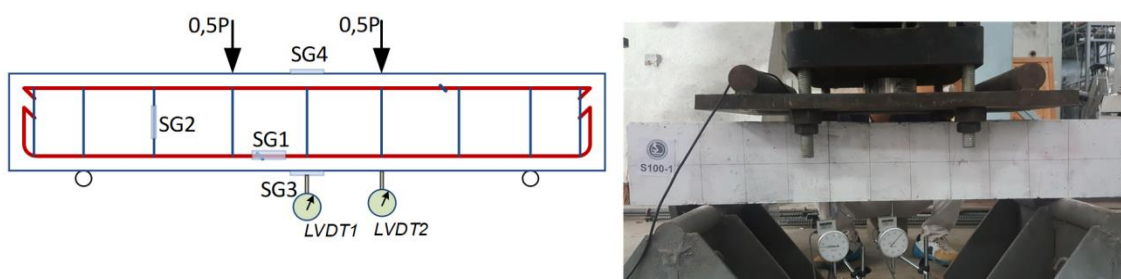
Hình 2a. Chế tạo các mẫu thí nghiệm

Các mẫu sau khi bảo dưỡng 28 ngày sẽ được tiến hành thí nghiệm tại phòng thí nghiệm Vật liệu và Kết cấu xây dựng của trường Đại học Giao thông Vận tải (hình 3). Các dầm được gia tải bằng phương pháp không chế chuyển vị, với tốc độ 1mm/phút. Thiết bị đo chuyển vị LVDT

được gắn ở giữa nhịp và gối gia tải. Các lá điện trở đo biến dạng (strainage) được dán cốt thép dọc chịu kéo và cốt đai. Các lá điện trở đo biến dạng của bê tông ở mặt trên và mặt dưới của dầm, ở khu vực chịu uốn thuần túy.



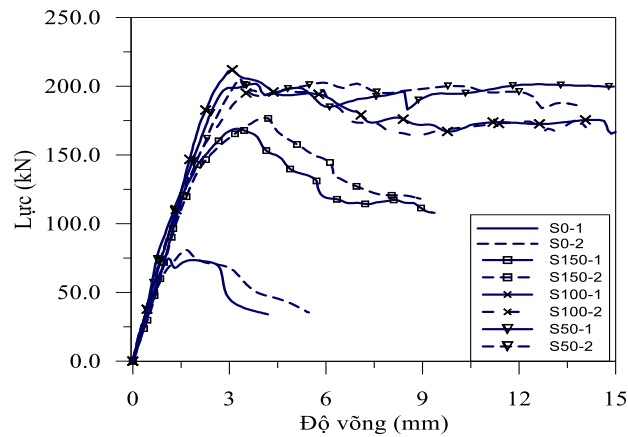
Hình 3b. Chế tạo các mẫu thí nghiệm



Hình 3. Thiết lập thí nghiệm uốn 4 điểm

2.2. Kết quả thí nghiệm

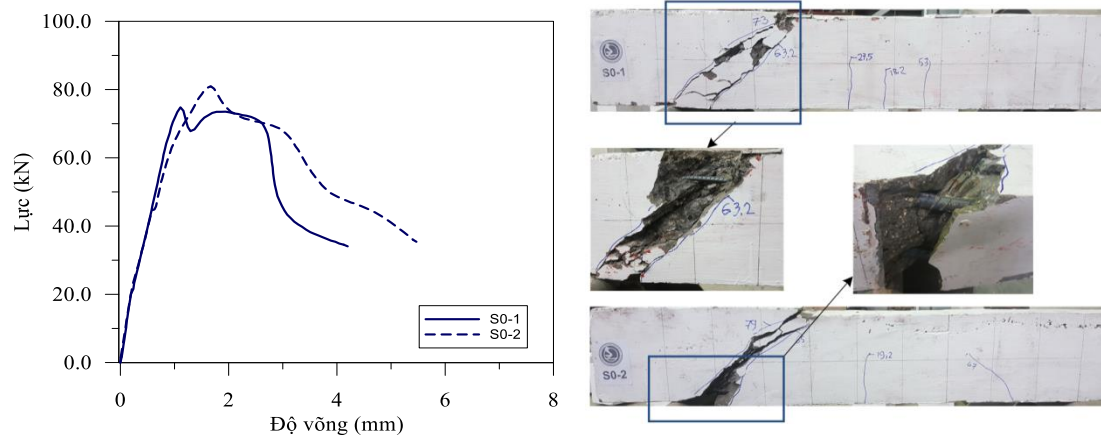
Kết quả thí nghiệm được tổng hợp ở Bảng 1, bao gồm lực gây nứt, lực tác dụng lớn nhất và dạng phá hoại của dầm. Mỗi quan hệ giữa lực tác dụng và độ võng giữa nhịp của tất cả các dầm được biểu diễn trên hình 4. Quan hệ lực - độ võng và cấu trúc vết nứt của các dầm có cùng cấu tạo được trình bày trên các hình 5, hình 6, hình 7 và hình 8. Có thể thấy trên hình 4, các dầm thí nghiệm có ứng xử tương đối giống nhau. Ở giai đoạn đầu tiên, khi bê tông chưa bị nứt, quan hệ lực tác dụng và độ võng giữa nhịp tăng gần như tuyến tính. Ở mức tải trọng xấp xỉ 20kN, vết nứt đầu tiên xuất hiện ở giữa dầm, tại khu vực chịu uốn thuần túy của tất cả các dầm.



Hình 4. Quan hệ lực – độ võng giữa nhịp của các dầm thí nghiệm

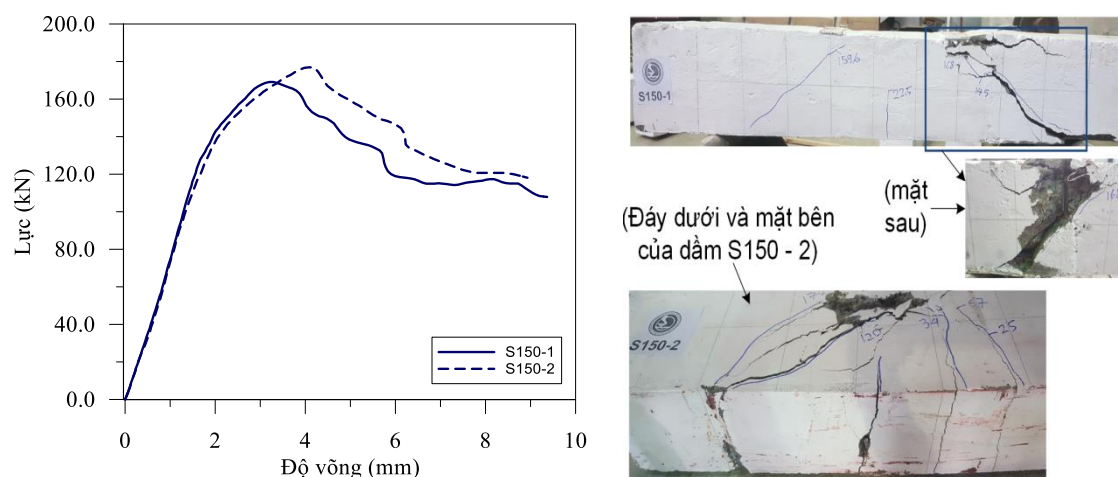
Bảng 1. Kết quả thí nghiệm và tính toán lý thuyết

Dầm	Cấu tạo đai trong đoạn chiều dài chịu cắt		Lực tác dụng (kN)		Dạng phá hoại	Lực phá hoại tính toán lý thuyết (kN)	
	Khoảng cách đai	Số lượng đai	Lực gây nứt	Lực lớn nhất		Do uốn	Do cắt
S0-1	0	0	18,20	74,80	Nứt nghiêng lớn / do cắt	165,16	57,33
S0-2			19,20	80,97	Nứt nghiêng lớn / do cắt		
S150-1	150	1	22,50	169,10	Nứt nghiêng lớn / do cắt	165,16	98,98
S150-2			24,10	176,98	Nứt nghiêng lớn / do cắt		
S100-1	100	2	25,30	211,95	Bê tông vùng nén bị ép vỡ / do uốn	165,16	119,81
S100-2			23,60	197,11	Bê tông vùng nén bị ép vỡ / do uốn		
S50-1	50	5	26,20	201,91	Bê tông vùng nén bị ép vỡ / do uốn	165,16	182,30
S50-2			24,90	205,59	Bê tông vùng nén bị ép vỡ / do uốn		

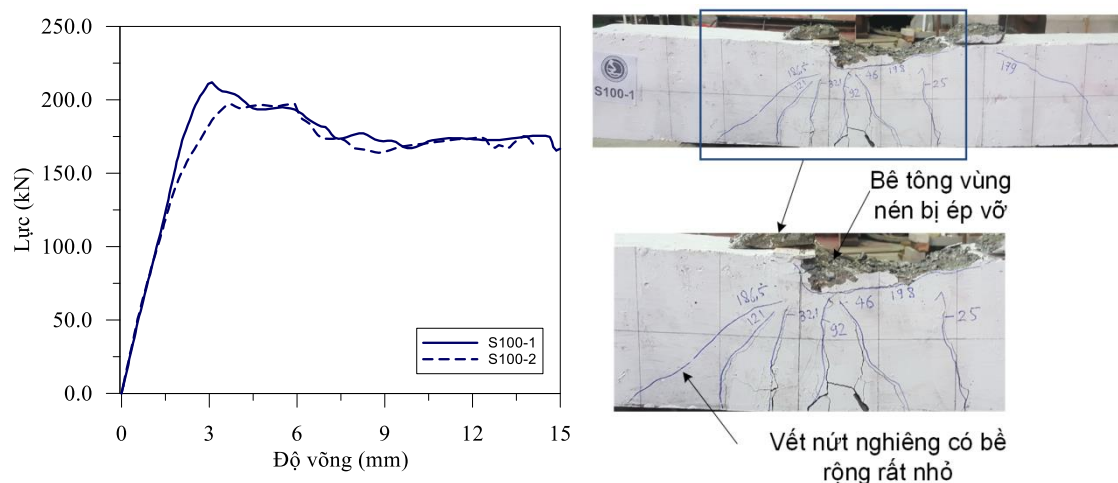


Hình 5. Lực – độ võng và cấu trúc vết nứt của các dầm S0-1 và S0-2 (không có cốt đai)

Đối với dầm S0-1 và S0-2 không có cốt đai ở đoạn chiều dài chịu cắt, vết nứt xiên có góc nghiêng xấp xỉ 45° xuất hiện ở mức tải trọng lần lượt là 63,2 kN và 65 kN. Tải trọng tiếp tục tăng lên, vết nứt nghiêng này mở rộng, kéo dài tới gối đỡ và dầm bị phá hoại lần lượt ở mức tải trọng 74,80 và 80,97 kN. Sau khi đạt đến giá trị lực lớn nhất, tải trọng giảm xuống đột ngột. Có thể quan sát ở hình 5, vết nứt nghiêng cắt trực tiếp qua cốt liệu nhẹ, do đó hiệu ứng cài khóa cốt liệu của kết cấu dầm này không lớn. Lực cắt vẫn có thể tiếp tục truyền nhờ hiệu ứng chốt của thanh thép dọc và duy trì ở mức tải trọng nhỏ hơn rất nhiều.



Hình 6. Lực – độ võng và cấu trúc vết nứt của các dầm S150-1 và S150-2

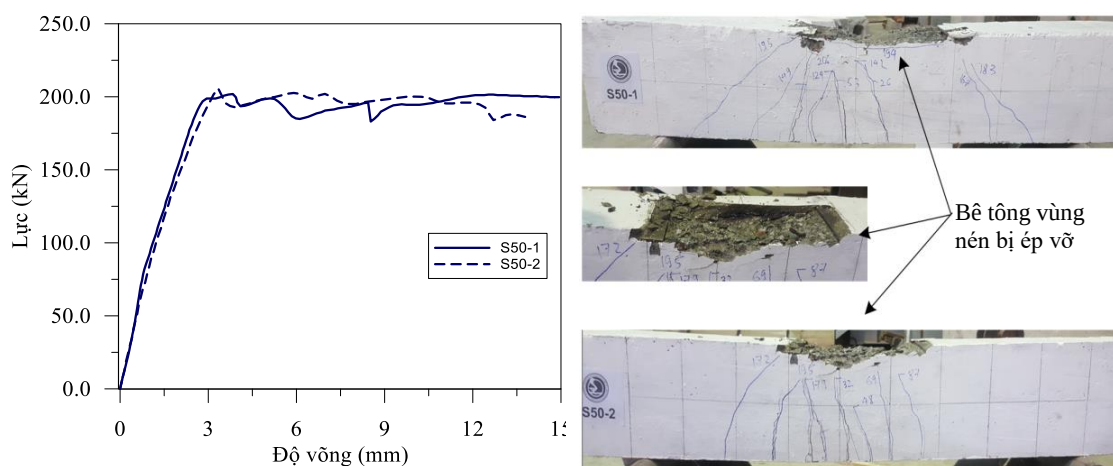


Hình 7. Lực – độ võng và cấu trúc vết nứt của các dầm S100-1 và S100-2

Các dầm S150-1 và S150-2 cũng xuất hiện vết nứt thẳng góc ở khu vực chịu uốn thuần túy, ở mức tải trọng lần lượt là 22,5 và 24,1 kN (hình 6). Sau đó, vết nứt do uốn cắt xuất hiện ở gần tấm thép truyền lực ở mức tải trọng xấp xỉ 67 kN. Các dầm này đạt đến mức tải trọng lớn nhất là 169,10 và 176,98 kN, sau đó lực tác dụng giảm từ từ. Điều này được giải thích khi vết nứt

ngiêng mở rộng từ từ, hiệu ứng cài khóa cốt liệu và cốt thép đai đồng thời làm việc. Đến khi độ võng xấp xỉ 6mm, vết nứt mở rộng lớn, hiệu ứng cài khóa cốt liệu gần như không còn tác dụng, chỉ còn cốt đai tham gia chịu lực chính. Khi đó, lực tác dụng duy trì ở mức tải trọng nhỏ hơn, xấp xỉ 120 kN.

Các vết nứt thẳng góc của dầm S100-1 và S100-2 xuất hiện ở mức tải trọng lần lượt là 25,30 và 23,60 kN. Sau đó, vết nứt do uốn cắt xuất hiện ở gần gối gia tải ở mức tải trọng xấp xỉ 121 kN, độ cứng của dầm bắt đầu giảm đáng kể (hình 7). Các dầm này đạt đến mức tải trọng lớn nhất là 211,95 và 197,11kN, sau đó lực tác dụng giảm từ từ. Tại thời điểm này, bê tông vùng nén ở thớ trên khu vực chịu uốn thuần túy đã bị ép vỡ, thể hiện sự phá hoại do mô men uốn. Có sự xuất hiện của vết nứt nghiêng chạy từ gối gia tải về gối đỡ, ở mức tải trọng xấp xỉ 186 kN, tuy nhiên bề rộng vết nứt nghiêng này rất nhỏ (kể cả đến giai đoạn phá hoại ở mức chuyển vị lớn). Điều này chứng tỏ, dầm vẫn còn khả năng chịu cắt. Tuy nhiên, do lớp bê tông bảo vệ của cốt thép dọc lớp trên ở vùng nén đã bị ép vỡ, khả năng chịu nén của dầm (gồm cả bê tông và cốt thép dọc chịu nén) bị giảm, dẫn đến khả năng chịu lực của dầm giảm dần và duy trì ở mức tải trọng nhỏ hơn, xấp xỉ 175 kN. Điều này chứng tỏ, việc tăng hàm lượng cốt thép đai đã làm cho dầm thay đổi từ dạng phá hoại do cắt (ở mẫu S0 và S150) thành dạng phá hoại do uốn.

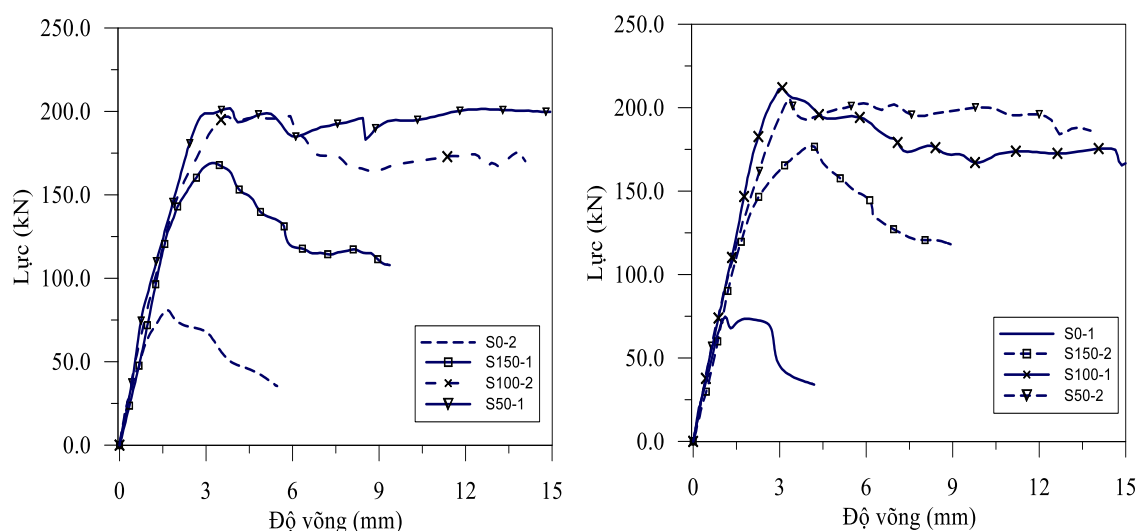


Hình 8. Lực – độ võng và cấu trúc vết nứt của các dầm S50-1 và S50-2

Ứng xử chịu lực của dầm S50-1 và S50-2 cũng tương tự như các dầm S100-1 và S100-2. Thậm chí, việc tăng hàm lượng cốt đai hầu như không ảnh hưởng nhiều đến khả năng chịu lực của các dầm này. Các dầm S50-1 và S50-2 cũng xuất hiện vết nứt thẳng góc ở khu vực chịu uốn thuần túy, ở mức tải trọng lần lượt là 26,20 kN và 24,90kN. Sau đó, vết nứt do uốn cắt xuất hiện ở gần gối gia tải ở mức tải trọng xấp xỉ 149 và 172 kN (hình 8). Các dầm này đạt đến mức tải trọng lớn nhất là nhất là 201,91 và 205.59 kN. Ở dầm S50-2, hầu như không có vết nghiêng xuất phát từ gối gia tải đến gối đỡ nào có thể quan sát được. Điều này chứng tỏ, các dầm đã bị phá

hoại do uốn, khi hàm lượng cốt thép đai đủ lớn. Sau khi một phần của lớp bê tông bảo vệ phía trên bị phá hoại, lực tác dụng giảm chậm và duy trì ở mức tải trọng xấp xỉ 190 kN. Ở giai đoạn này, cốt thép phía trên phải tham gia chịu một phần lớn lực nén cùng với bê tông, đồng thời cốt thép chịu kéo đã bị chảy.

Để tiện quan sát, mối quan hệ giữa lực và độ võng của các dầm thí nghiệm được trình bày trên 2 biểu đồ ở Hình 9. Có thể thấy, việc tăng hàm lượng cốt đai với bước cốt đai thay đổi từ 0, 150 mm, 100 mm và 50 mm sẽ làm tăng khả năng chịu lực của kết cấu, chuyển từ phá hoại giòn do cắt (hình thành vết nứt nghiêng lớn), chuyển thành phá hoại dẻo do uốn (bê tông vùng nén bị ép vỡ, cốt thép bị chảy). Có thể thấy, đối với dầm S0 và S150, sức kháng uốn của dầm lớn hơn nhiều so với sức kháng cắt, có nghĩa là dầm bị phá hoại do cắt. Khi giảm khoảng cách bước cốt đai xuống còn 100 mm và 50 mm, tương ứng với dầm S100 và S50, giá trị sức kháng cắt tăng lên trong khi sức kháng uốn được giữ không đổi. Đối với 2 dầm này, kết cấu thí nghiệm bị phá hoại do uốn không chế.



Hình 9. So sánh quan hệ giữa lực – độ võng giữa các dầm có hàm lượng cốt thép đai thay đổi

Kết quả tính toán lý thuyết theo tiêu chuẩn ACI 318-14 đối với khả năng chịu mô men uốn và lực cắt của các dầm được trình bày ở Bảng 1. Có thể thấy, đối với dầm S0 và S150, sức kháng uốn của dầm lớn hơn nhiều so với sức kháng cắt, có nghĩa là dầm bị phá hoại do cắt. Có thể thấy sức kháng cắt theo thực nghiệm lớn hơn nhiều so với kết quả tính toán lý thuyết, dao động từ 35,8% đối với dầm S0, đến 74,8% đối với dầm S150. Khi giảm khoảng cách bước cốt đai xuống còn 100 mm và 50 mm, tương ứng với dầm S100 và S50, giá trị sức kháng cắt tăng lên trong khi sức kháng uốn được giữ không đổi. Đối với các dầm này, lực tác dụng lớn nhất được xác định từ mô men kháng uốn danh định nhỏ hơn giá trị thu được từ thí nghiệm khoảng 19,5%. Điều này có thể được giải thích là do mô hình tính chưa xét đến sự tham gia chịu nén của cốt thép dọc ở thớ trên. Riêng đối với dầm S50, có thể thấy giá trị sức kháng cắt lớn hơn

nhiều so với sức kháng uốn tính toán. Điều này đảm bảo cho dầm sẽ bị phá hoại do uốn khống chế.

III. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, ứng xử chịu uốn và chịu cắt của kết cấu dầm bê tông cốt liệu nhẹ được thực hiện. Các dầm sử dụng cốt thép dọc lớp trên và lớp dưới giống nhau, có hàm lượng cốt thép đai thay đổi, với bước cốt đai thay đổi lần lượt là 0 (không có cốt đai), 150 mm, 100 mm, 50 mm. Kết quả thí nghiệm cho thấy, ứng xử chịu lực của dầm bê tông cốt liệu nhẹ tương tự như bê tông cốt thép thường. Với các dầm có ít cốt đai (bước cốt đai 0 và 150 mm), dầm bị phá hoại do cắt với vết nứt nghiêng lớn phát triển từ từ gối đỡ đến gối gia tải. Kết cấu bị phá hoại đột ngột ở mức chuyển vị nhỏ, thể hiện sự phá hoại “giòn”. Việc tăng hàm lượng cốt thép đai đã làm cho dầm thay đổi từ dạng phá hoại do cắt thành dạng phá hoại do uốn đối với các mẫu thí nghiệm có bước đai 50 và 100 mm. Các dầm này phá hoại ở mức chuyển vị lớn hơn (tính dẻo cao hơn), với đặc trưng cốt thép chịu kéo bị chảy và bê tông vùng nén bị ép vỡ. Các kết cấu dầm thí nghiệm cũng được so sánh với các kết quả tính toán lý thuyết từ sức kháng cắt và kháng uốn đối với bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn ACI 318-14. Kết quả thí nghiệm lớn hơn từ 35,8% đến 74,8% đối với dầm bị phá hoại do cắt, và 19,5% đối với dầm phá hoại do uốn.

Tài liệu tham khảo

- [1]. T. A. Holm, T. W. Bremner (1991), "The durability of structural lightweight concrete", Proceedings Second International CANMET/ACI Conference, Montreal, Canada.
- [2]. H. S. Lim et al. (2011), "Reinforced Lightweight Concrete Beams in Flexure", ACI Structural Journal. Vol. 108(1).
- [3]. P. Shafigh et al. (2011), "An investigation of the flexural behaviour of reinforced lightweight concrete beams", International Journal of the Physical Sciences. Vol. 6(10): 2414-2421.
- [4]. Tang, Chao-Wei & Yen, Tsong & Chen, How-Ji. (2009). Shear Behavior of Reinforced Concrete Beams Made with Sedimentary Lightweight Aggregate without Shear Reinforcement. Journal of Materials in Civil Engineering - 21(12), December 2009.
- [5]. Đặng Thùy Chi, Phạm Duy Hữu, Thái Khắc Chiến (2015), “Nghiên cứu thiết kế thành phần bê tông cốt liệu nhẹ chịu lực để ứng dụng trong kết cấu cầu ở Việt Nam”, Tạp chí Giao thông vận tải, số 7/2015.
- [6]. Chi Thuy Dang, Huu Duy Pham, Ha Thanh Le, Eric Garcia-Diaz (2016), “A study on high strength lightweight aggregate concrete”, The 7th International Conference of Asian Concrete Federation (ACF), Hanoi, 11/2016
- [7]. Thuy Chi Dang, Duy Huu Pham (2016), “Efficiency of type and content of lightweight aggregates on strength of lightweight aggregate concretes”, The International Conference on Sustainable in Civil Engineering (ICSCE), Hanoi, 11/2016 ♦

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ TÁC NHÂN SẤY ĐẾN QUÁ TRÌNH SẤY THÓC TRONG THIẾT BỊ SẤY VỈ NGANG

ĐỖ THÁI SƠN

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Giao thông Vận tải

Email liên hệ: sondt_nkt@utc.edu.vn

Tóm tắt: Bài báo trình bày nghiên cứu dựa trên mô hình mô phỏng pde sấy hạt tĩnh lớp dày với công thức sấy thóc lớp mỏng đã hiệu chỉnh theo số liệu thực nghiệm để đánh giá ảnh hưởng của các thông số nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ tác nhân sấy đến thời gian và chất lượng quá trình sấy thóc trong thiết bị sấy vỉ ngang.

Từ khóa: Mô hình, tác nhân sấy, sấy thóc lớp dày, thiết bị sấy vỉ ngang.

Abstract: Based on the PDE model of static deep-bed layer drying with modified thin layer paddy drying formula, the paper presents a study to evaluate the effect of the drying air parameters, such as temperature, moisture and speed on the drying time and the quality of paddy in the flat-bed drier.

Keywords: Model, drying air, deep-bed drying paddy, flat-bed drier.

Ngày nhận bài: 05/04/2019

Ngày chấp nhận đăng: 18/04/2019

Ngày nhận bài sửa: 26/4/2019

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thiết bị sấy vỉ ngang được dùng phổ biến ở Việt nam để sấy thóc sau thu hoạch. Quá trình sấy thóc trong thiết bị sấy này được mô phỏng theo mô hình sấy hạt tĩnh lớp dày pde (partial differential equation).

Không có nhiều nghiên cứu chuyên sâu cho mô hình pde sấy hạt trong thiết bị sấy này ngoài vài công trình như: nghiên cứu thực nghiệm CARD [1], nghiên cứu lựa chọn công thức sấy lớp mỏng trong mô hình pde và hiệu chỉnh hệ số truyền nhiệt do sự xếp chồng của thóc trong sấy lớp dày [2], nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của chiều dày lớp hạt [3] và nghiên cứu xác định thời điểm đảo gió tối ưu trong sấy thóc tĩnh lớp dày [4].

Trong mô hình sấy thóc tĩnh lớp dày ngoài chiều dày lớp hạt và thời điểm đảo gió thì các thông số của tác nhân sấy cũng ảnh hưởng trực tiếp đến thời gian sấy và chất lượng thóc sấy. Tiếp theo [2, 3, 4] nghiên cứu này dựa theo mô phỏng pde đánh giá ảnh hưởng của các tham số tác nhân sấy như nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ/lưu lượng của tác nhân sấy, là những thông số quan trọng tác động đến quá trình sấy thóc trong thiết bị sấy này.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Cơ sở lý thuyết

Đây là nghiên cứu tiếp theo nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của chiều dày lớp hạt [3] và

nghiên cứu xác định thời điểm đảo gió tối ưu trong sấy thóc tỉnh lớp dày [4] nên cơ sở lý thuyết ở đây tương tự như [3, 4] cũng sử dụng mô hình pde sấy hạt tỉnh lớp dày của V.K. Srivastava & J.John [6] với công thức lớp mỏng Agrawal và Singh và hệ số truyền nhiệt thể tích h_a đã hiệu chỉnh tính đến ảnh hưởng của sự chồng chất của đồng hạt làm bề mặt tiếp xúc khí - hạt giảm ε lần [2] và giải mô hình pde theo phương pháp sai phân hữu hạn theo điều kiện sấy CARD [1], với độ chính xác mô phỏng đã được khẳng định [2].

❖ Mô hình pde sấy hạt tỉnh lớp dày V.K. Srivastava và J.John như sau [6]:

$$\frac{\partial T_a}{\partial x} = -\frac{h_a}{v_a \rho_a (c_a + c_v H)} (T_a - T_g) - \frac{\varepsilon}{v_a} \cdot \frac{\partial T_a}{\partial t} \quad (1)$$

$$\frac{\partial T_g}{\partial t} = \frac{h_a}{(1-\varepsilon)(\rho_p c_p + \rho_p c_w M)} (T_a - T_g) - \frac{[h_v + c_v (T_a - T_g)] \rho_a v_a}{(1-\varepsilon)(\rho_p c_p + \rho_p c_w M)} \frac{\partial H}{\partial x} \quad (2)$$

$$\frac{\partial H}{\partial x} = -\frac{\varepsilon}{v_a} \frac{\partial H}{\partial t} - \frac{\rho_p (1-\varepsilon)}{\rho_a v_a} \frac{\partial M}{\partial t} \quad (3)$$

$$MR = \frac{M - M_e}{M_i - M_e} = \exp(-X \cdot t^Y) \quad (4)$$

Công thức sấy lớp mỏng Agrawal và Singh (4) đã hiệu chỉnh có hệ số X, Y như sau [2]:

$$X = (0,02958 - 0,44565 Rh + 0,01215 T) \cdot \varepsilon$$

$$Y = 0,13365 + 1,93653 Rh - 1,77431 Rh^2 + 0,009468 T$$

và hệ số truyền nhiệt thể tích đã hiệu chỉnh $h_a = 0,2755 \cdot c_a \cdot G \cdot (2r_o \cdot G / \mu_a)^{-0,34} \cdot a_s \cdot \varepsilon$, các thông số nhiệt vật lý của thóc và tác nhân sấy như trong [3, 7]

❖ Sử dụng phương pháp sai phân hệ phương trình (1) ÷ (4) theo chiều dày lớp hạt (x) và thời gian sấy (t) xác định được các nghiệm sai phân (5) như sau:

$$\begin{cases} T_a|_{i+1}^{t+\Delta t} = T_a|_i^{t+\Delta t} + \left(\frac{\partial T_a}{\partial x} \right)_i^{t+\Delta t} \cdot \Delta x \\ H|_{i+1}^{t+\Delta t} = H|_i^{t+\Delta t} + \left(\frac{\partial H}{\partial x} \right)_i^{t+\Delta t} \cdot \Delta x \\ T_g|_i^{t+\Delta t} = T_g|_i^t + \left(\frac{\partial T_g}{\partial t} \right)_i^t \cdot \Delta t \\ M|_i^{t+\Delta t} = M_e|_i^{t+\Delta t} + (M_i - M_e|_i^{t+\Delta t}) \cdot \exp\left(-X|_i^{t+\Delta t} \cdot (t + \Delta t)^Y|_i^{t+\Delta t}\right) \end{cases} \quad (5)$$

❖ Sử dụng điều kiện sấy của dự án CARD (**bảng 1**) làm điều kiện biên và kết quả thực nghiệm CARD đánh giá kết quả mô phỏng pde.

Bảng 1. Các thông số chế độ sấy thực nghiệm CARD[1]

TT		Mẻ 4	Mẻ 5	Mẻ 7	Mẻ 8
1	Điều kiện sấy	43°C, có đảo gió	43°C, có đảo gió	50+43°C, có đảo gió	50+43°C, có đảo gió
2	Khối lượng thóc trước sấy, kg	606	803	851	586
3	Khối lượng thóc sau sấy, kg	434	556	620	486
4	Độ ẩm đo sau sấy (% w.b/d.b.)	13,65/ 15,81	13,53/ 15,65	12,49/ 14,27	12,64/ 14,47
5	Độ ẩm tính trước sấy (% d.b.)	61,704	67,03	56,84	38,022
6	Chiều dày thóc trước sấy, m	0,246	0,397	0,405	0,249
7	Lưu lượng khí sấy, m ³ /s	0,80	0,82	0,82	0,82
8	Thời điểm đảo gió, sau giờ	7,00	9,00	9,00	-
9	Khối lượng riêng thóc ướt, kg/m ³	616	530	525	588
10	Thời gian sấy mẻ, giờ	10,67	11,5	11,0	7,2

Nội dung nguyên cứu

Từ mô hình pde có thể xác định được trường nhiệt độ tác nhân sấy $T_a(x,t)$, độ ẩm tác nhân sấy $H(x,t)$, trường độ ẩm hạt $M(x,t)$ và nhiệt độ của thóc sấy $T_g(x,t)$. Từ trường độ ẩm $M(x,t)$ dễ dàng xác định thời gian sấy/mẻ qua độ ẩm trung bình của mẻ sấy và chênh lệch độ ẩm cực đại $\Delta M_{\max}$ của các lớp thóc sấy. Từ trường nhiệt độ $T_g(x,t)$ có thể xác định nhiệt độ lớn nhất của thóc $T_{g\max}$ có vượt qua nhiệt độ chuyển trạng thái giòn-dẻo của thóc (*khoảng 43°C và tăng dần khi độ ẩm giảm* [5]) hay không, vì khi chuyển trạng thái thóc sẽ bị nứt gãy mạnh ảnh hưởng nghiêm trọng đến giá trị thương phẩm của gạo [5].

Nghiên cứu này dùng mô hình pde để đánh giá ảnh hưởng của các thông số nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ tác nhân sấy đến thời gian sấy, chất lượng quá trình sấy thóc tính lớp dày theo điều kiện thực nghiệm CARD [1] qua trường độ ẩm $M(x,t)$, chênh lệch độ ẩm cực đại $\Delta M_{\max}$, trường nhiệt độ hạt $T_g(x,t)$ và nhiệt độ lớn nhất $T_{g\max}$ của thóc.

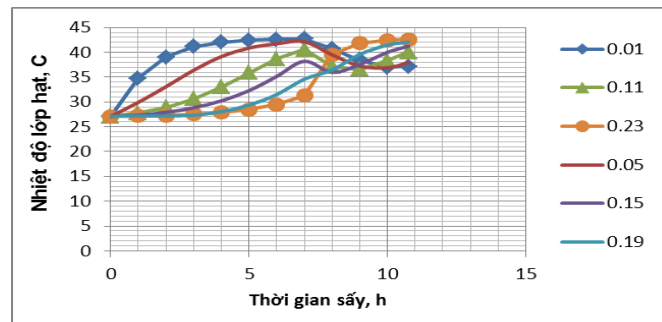
Giải mô hình pde với nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ tác nhân sấy khác nhau ở điều kiện CARD hoặc ở thời điểm đảo gió tối ưu [4] với chiều dày lớp thóc tăng đến 60 cm (năng suất sấy cao nhất có thể) [3] để đánh giá ảnh hưởng của các thông số này đến thời gian sấy và chất lượng quá trình sấy tính lớp dày thông qua $M(x,t)$, $T_g(x,t)$ và hai đại lượng $\Delta M_{\max}$ và $T_{g\max}$.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

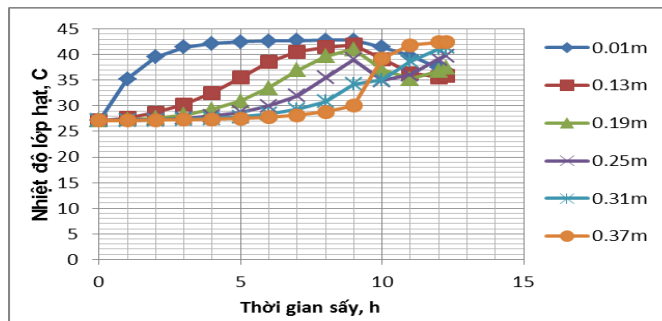
Chọn bước sai phân thời gian $\Delta t = 15$ phút và bước không gian $\Delta x = 0,02$ m, thỏa mãn điều kiện hội tụ và chính xác [2, 6], giải mô hình pde với điều kiện biên lấy theo điều kiện sấy thực nghiệm CARD [1] đánh giá các ảnh hưởng của tham số như nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ tác nhân sấy đến quá trình sấy thóc qua thời gian sấy/mẻ, $\Delta M_{\max}$ và $T_{g\max}$ của thóc.

• Ảnh hưởng của nhiệt độ tác nhân sấy

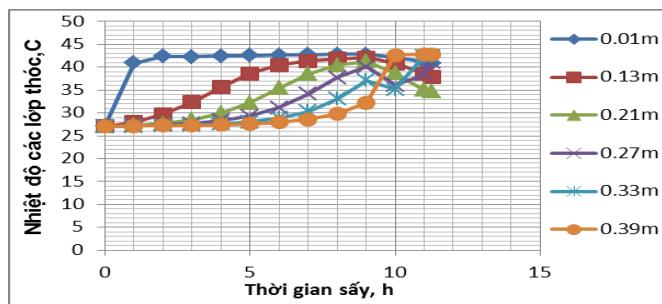
Nhiệt độ tác nhân sấy có ảnh hưởng đến thời gian sấy và chất lượng sản phẩm sấy nói chung, đến độ ẩm $M(x,t)$ và nhiệt độ hạt $T_g(x,t)$ trong quá trình sấy tính lớp dày nói riêng.



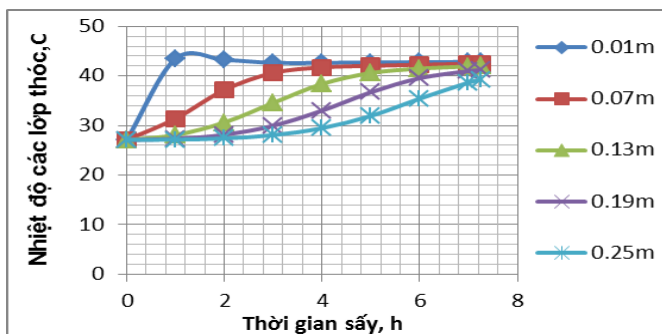
Hình 1. Mẻ 4, nhiệt độ tác nhân sấy 43°C , $T_{g\max} = 42,69^{\circ}\text{C}$ tại lớp 1 sau 7h



Hình 2. Mẻ 5, nhiệt độ tác nhân sấy 43°C , $T_{g\max} = 42,84^{\circ}\text{C}$ tại lớp 1 sau 9h



Hình 3. Mẻ 7, $T_a = 50^{\circ}\text{C}$ (1h) & 43°C , $T_{g\max} = 42,96^{\circ}\text{C}$ tại lớp 1 sau 1,25h



Hình 4. Mẻ 8, $T_a = 50^{\circ}\text{C}$ (1h) & 43°C , $T_{g\max} = 45,31^{\circ}\text{C}$ tại lớp 1 sau 1,25h

Tăng nhiệt độ tác nhân sấy làm giảm thời gian sấy nhưng cũng có thể làm nhiệt độ hạt cao hơn nhiệt độ chuyển trạng thái giòn dẻo của thóc và sẽ làm thóc bị nứt gãy mạnh. Mô phỏng pde theo điều kiện sấy thực nghiệm CARD xác định được trường nhiệt độ hạt $T_g(x,t)$ để xác định $T_{g\max}$ và được thể hiện trên các hình 1, 2, 3, 4 và bảng 2.

Bảng 2. Kết quả mô phỏng pde theo điều kiện sấy CARD

Mẻ sấy và Kết quả	Mẻ 4	Mẻ 5	Mẻ 7	Mẻ 8
Nhiệt độ tác nhân sấy, °C	43	43	50 (1h) /43	50 (1h)/43
Thời gian sấy CARD, h	10,67	11,5	11,0	7,20
Thời gian sấy pde, h	10,75	12,25	11,25	7,25
$\Delta M_{max}, d.b.$	6,36%	8,96%	7,76%	2,09%
T_{gmax} , °C	42,69	42,84	42,96	45,31

Với nhiệt độ tác nhân sấy là 43°C thì nhiệt độ cao nhất của thóc T_{gmax} đương nhiên sẽ nhỏ hơn nhiệt độ chuyển trạng thái giòn dẻo của thóc, nhưng để rút ngắn thời gian sấy thì tăng nhiệt độ tác nhân sấy luôn là giải pháp được tính đến. Trong thí nghiệm CARD nhiệt độ tác nhân sấy ở mẻ 7 và 8 được tăng lên 50°C trong giờ đầu tiên nhưng nhiệt độ cao nhất của thóc sấy T_{gmax} khác nhau. Ở mẻ 7 thóc có độ ẩm ban đầu cao (56,8%) thì $T_{gmax} = 42,96^\circ\text{C}$ vẫn nhỏ hơn nhiệt độ chuyển trạng thái giòn dẻo, còn ở mẻ sấy 8 thóc có độ ẩm ban đầu thấp (38%) thì $T_{gmax} = 45,3^\circ\text{C}$ đã vượt nhiệt độ chuyển trạng thái. Như vậy, giải pháp tăng nhiệt độ tác nhân sấy có tác dụng khi sấy thóc rất ướt.

Mở rộng nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ tác nhân sấy với mẻ sấy 5 mới khi tăng chiều dày lớp hạt lên 60cm (tăng 1,5 lần) đáp ứng nhu cầu tăng năng suất thiết sấy [3], cho thóc sấy có độ ẩm ban đầu rất cao (67%), ở thời điểm đảo gió tối ưu (8h) [4] cho các kết quả thể hiện trong **bảng 3**.

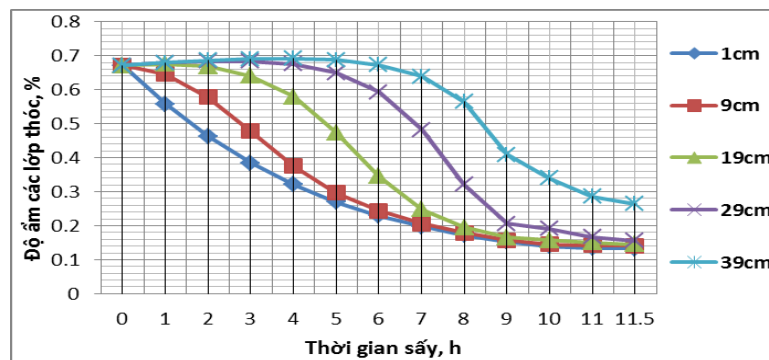
Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ tác nhân sấy với mẻ sấy 5 mới

Điều kiện sấy	Thóc dày D = 60cm, Đảo gió sau 8h, Độ ẩm đầu $M_{in} = 67\%$		
Nhiệt độ tác nhân sấy, °C	43	50 (1,5h) & 43	47 (2h) & 43
Thời gian sấy, h	17,25	16,75 (-3,9%)	16,92 (-1,9%)
ΔM_{max} , %	2,79	3,01	3,3
T_{gmax} , °C	42,84	44,41	43,58

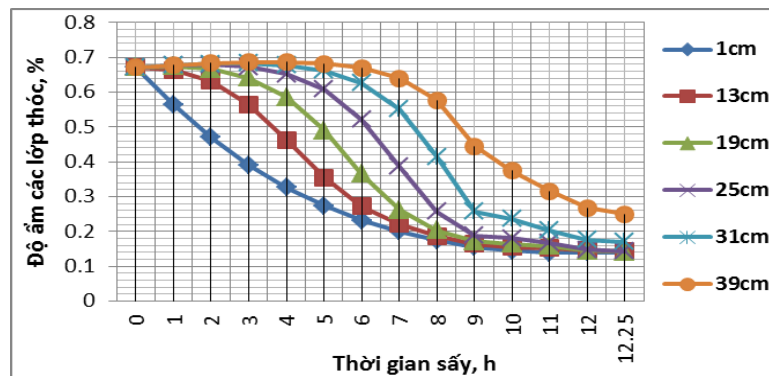
Rõ ràng là với sấy tĩnh lớp dày sử dụng giải pháp tăng nhiệt độ tác nhân sấy để giảm thời gian sấy là không hiệu quả vì thời gian sấy chỉ giảm rất ít (1,9% đến 3,9%) nhưng lại làm phức tạp vận hành vì phải điều chỉnh tỷ lệ hòa trộn khí - khói và làm nguy cơ tỷ lệ nứt gãy hạt tăng, vì nhiệt độ cao nhất của thóc ($T_{gmax} = 44,4^\circ\text{C}; 43,6^\circ\text{C}$) có thể vượt nhiệt độ chuyển trạng thái giòn dẻo của thóc [5].

- **Ảnh hưởng của độ ẩm tác nhân sấy**

Độ ẩm của tác nhân sấy (là khói hòa trộn với không khí ngoài môi trường) do dung ẩm của không khí quyết định vì không khí là thành phần chủ yếu của tác nhân sấy. Điều kiện thời tiết ẩm/khô ảnh hưởng quyết định đến độ ẩm của tác nhân sấy nên ảnh hưởng đến thời gian sấy. Thời tiết khô làm thời gian sấy giảm và ngược lại sấy trong mùa mưa thời gian sấy sẽ bị kéo dài.



Hình 5. Mẻ sấy 5, sấy mùa khô tháng 12, thời gian sấy 11,55 giờ



Hình 6. Mẻ sấy 5, sấy mùa mưa tháng 7, thời gian sấy 12,25 giờ

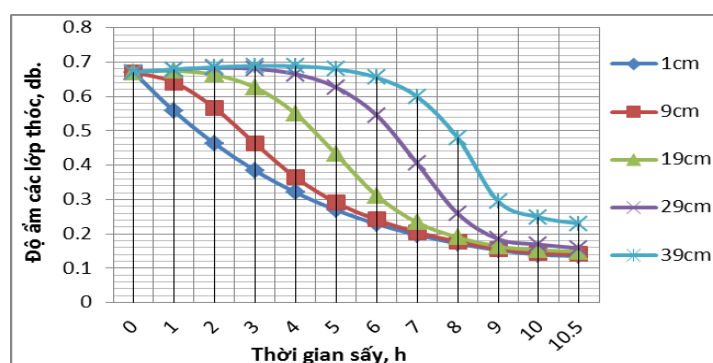
Chênh lệch tuyệt đối thời gian sấy do độ ẩm tác nhân sấy lớn nhất là của mẻ 5 là 0,7 giờ (6,09%) và nhỏ nhất của mẻ 4 là 0,22 giờ (2,06% so với thời gian sấy thực nghiệm). Kết quả xác định thời gian sấy của mô hình pde ở thời tiết mùa mưa tháng 7 (có dung ẩm trung bình $H = 20\text{g/kgkk}$) và mùa khô tháng 12 (có dung ẩm $H = 16\text{g/kgkk}$) của mẻ sấy 5 được biểu diễn trên **hình 5, 6** và được tổng hợp trong **bảng 4**. Có thể nói ảnh hưởng của độ ẩm tác nhân sấy trong sấy thóc tính lớp dày là không lớn, sấy thóc trong mùa khô có thể rút ngắn thời gian sấy khoảng nửa giờ so với khi sấy trong mùa mưa.

Bảng 4. Ảnh hưởng của độ ẩm tác nhân sấy

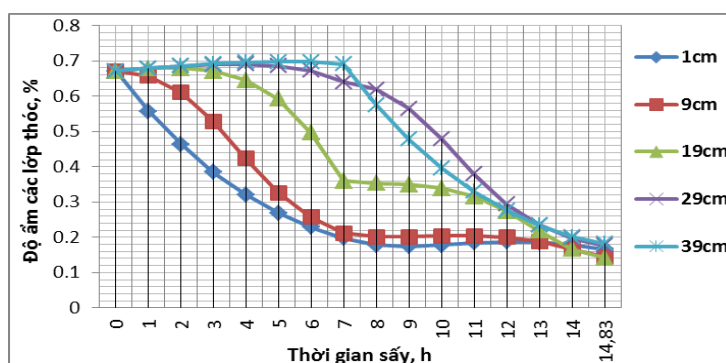
Mẻ sấy & Thời gian sấy, h	Mẻ 4		Mẻ 5		Mẻ 7		Mẻ 8	
	$t_{\text{sấy}}, \text{h}$	Sai số	$t_{\text{sấy}}, \text{h}$	Sai số	$t_{\text{sấy}}, \text{h}$	Sai số	$t_{\text{sấy}}, \text{h}$	Sai số
Thực nghiệm CARD	10,67	-	11,5	-	11,0	-	7,20	-
Mô hình pde tháng 7	10,75	0,75%	12,25	6,25%	11,25	2,27%	7,25	0,69%
Mô hình pde tháng 12	10,53	-1,28%	11,55	0,43%	10,75	-4,55%	7,0	-2,8%
Sai khác $t_{\text{sấy}}$ do độ ẩm	0,22	2,06%	0,70	6,09%	0,50	4,55%	0,25	3,47%

• Ảnh hưởng của tốc độ tác nhân sấy

Tốc độ tác nhân sấy ảnh hưởng đến thời gian sấy và độ đồng đều được sấy của vật liệu sấy. Trong sấy thóc tính lớp dày tốc độ tác nhân sấy thổi xuyên qua lớp hạt qua các lỗ rỗng giữa các hạt và thay đổi theo độ khô của hạt. Với lưu lượng thể tích không đổi hạt càng khô lỗ rỗng giữa chúng càng tăng và tốc độ tác nhân sấy thổi qua lớp hạt càng giảm.



Hình 7. Mẻ sấy 5, lưu lượng 0,902 m³/s, đảo gió 9 giờ, $t_{sấy} = 10,5$ giờ



Hình 8. Mẻ sấy 5, lưu lượng 0,615 m³/s, đảo gió 7 giờ, $\Delta M_{max} = 4,77\%$

Sử dụng mô phỏng pde khảo sát ảnh hưởng của tốc độ/lưu lượng tác nhân sấy cho mẻ sấy 5 theo điều kiện sấy thực nghiệm CARD (thóc sấy dày 40cm, độ ẩm đầu vào 67%, đảo gió sau 9h, khí hậu khô) được biểu diễn trên **hình 7** là mẻ sấy có thời gian sấy nhỏ nhất và theo điều kiện đảo gió tối ưu (sau 7h) trên **hình 8** là mẻ sấy có chênh lệch ΔM_{max} nhỏ nhất, thời gian sấy dài nhất. Các kết quả khác được tổng kết trong **bảng 5**.

Bảng 5. Ảnh hưởng của tốc độ/ lưu lượng tác nhân sấy

Lưu lượng, m ³ /s		0,902 (+10%)	0,82 (100%)	0,738 (-10%)	0,615 (-25%)
Đảo gió 9h	$t_{sấy}, h$	10,5(-9,1%)	11,55 (100%)	12,91 (+11,77%)	14,83 (+28,4%)
	$\Delta M_{max}, \%$	9,41	13,10	12,99	10,42
7h	$t_{sấy}, h$	12,33	13,0	13,67	14,83
	$\Delta M_{max}, \%$	10,43	9,32	7,80	4,77

Rõ ràng tốc độ tác nhân sấy càng cao thì thời gian sấy càng giảm và ngược lại. Ở điều kiện sấy CARD của mẻ 5 thì gần như khi tốc độ lưu lượng tăng/giảm bao nhiêu thì thời gian sấy cũng giảm/tăng tương ứng. Cụ thể, khi lưu lượng tăng 10% thì thời gian sấy giảm 9,1% và ngược lại khi lưu lượng giảm 10% thì quá trình sấy bị kéo dài thêm 11,77%. Kết quả tổng kết trong **bảng 5** chỉ ra rằng với thời gian đảo gió sau 9 giờ thì nên tăng lưu lượng nên 10% cho mẻ sấy 5 vì khi đó chênh lệch độ ẩm giữa các lớp là nhỏ nhất (9,41%) thời gian sấy cũng ngắn nhất (10,5h), còn khi

đảo gió ở điều kiện tối ưu (sau 7 giờ) thì chỉ cần sấy với lưu lượng $0,615 \text{ m}^3/\text{s}$ (giảm 25%) sẽ được chất lượng thóc sấy đồng đều nhất ($\Delta M_{\max} = 4,77\%$) nhưng thời gian sấy bị kéo dài nhất, thêm 28,4% lên đến 14,83 h. Tất nhiên để tăng được lưu lượng tác nhân sấy thì phải tăng công suất quạt.

IV. KẾT LUẬN

Nghiên cứu mô phỏng pde quá trình sấy thóc tĩnh lớp dày được sử dụng để đánh giá ảnh hưởng của các thông số nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ/lưu lượng tác nhân sấy trong thiết bị sấy vĩ ngang. Với thiết bị sấy này giải pháp tăng nhiệt độ tác nhân sấy để giảm thời gian sấy là không hiệu quả vì chỉ giảm được rất ít thời gian sấy (3,9%) nhưng lại làm tăng nguy cơ giảm chất lượng thóc sấy, nhiệt độ tác nhân sấy thích hợp chỉ nên ở lân cận 43°C . Ảnh hưởng của độ ẩm tác nhân sấy trong sấy tĩnh lớp dày là không lớn, chênh lệch thời gian sấy do độ ẩm tác nhân sấy khô - ẩm lớn nhất chỉ là 6,09%, khi sấy thóc trong mùa khô có thể giảm thời gian sấy/mẻ khoảng nửa giờ. Ảnh hưởng rõ rệt nhất đến thời gian sấy là tốc độ/lưu lượng tác nhân sấy, lưu lượng tác nhân sấy càng cao thì thời gian sấy càng giảm và ngược lại, lưu lượng tăng/giảm bao nhiêu % thì thời gian sấy cũng giảm/tăng tương ứng. Rõ ràng với độ chính xác mô phỏng cao mô hình pde có thể được sử dụng để xác định các điều kiện sấy tối ưu cho thóc trong thiết bị sấy vĩ ngang.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Phan Hiếu Hiền, và cs., Báo cáo Đề án CARD – MS6 Phần 3 Sấy vĩ ngang, Trường Đại học Nông lâm Tp Hồ Chí Minh, 2007.
- [2]. Đỗ Thái Sơn, Hiệu chỉnh công thức sấy thóc lớp mỏng trong mô hình sấy thóc tĩnh lớp dày, Tạp chí Năng lượng Nhiệt, N° 127 - 01/2016.
- [3]. Đỗ Thái Sơn, Nghiên cứu ảnh hưởng của chiều dày lớp hạt đến động học quá trình sấy thóc tĩnh lớp dày, Tạp chí Khoa học Giao thông Vận tải, N° 51 – 04/2016.
- [4]. Đỗ Thái Sơn, Nghiên cứu ảnh hưởng của thời điểm đảo gió đến quá trình sấy thóc trong thiết bị sấy vĩ ngang, Tạp chí Khoa học Giao thông Vận tải, N° 63 – 04/2018.
- [5]. Cnossen A.G., et al. "An application of glass transition temperature to explain rice kernel fissure occurrence during the drying process", *Drying Technology*, 19:8, 1661-1682, 2001.
- [6]. Srivastava V.K., John J., Deep bed grain drying modeling, *Energy Conversion and Management* 43, 2002.
- [7]. Reddy B.S., Chakraverty A., Physical Properties of Raw and Parboiled Paddy, *Biosystems Engineering* 88(4), 2004 ♦

XÁC ĐỊNH THỜI GIAN KHAI THÁC CỦA CHỦ ĐẦU TƯ TƯ NHÂN THEO PHƯƠNG PHÁP RỦI RO GIÁ TRỊ HIỆN TẠI THUẦN ÁP DỤNG CHO CÁC DỰ ÁN BOT GIAO THÔNG TẠI VIỆT NAM

NGUYỄN HOÀNG TÙNG

Khoa Quản lý xây dựng, Trường Đại học Giao thông Vận tải
Email liên hệ: hoangtung@utc.edu.vn

Tóm tắt: Các dự án xây dựng công trình giao thông theo hình thức xây dựng vận hành chuyển giao (BOT) đã được đưa vào định hướng phát triển cũng như triển khai thực hiện từ những năm 2011. Cho đến nay, hình thức này đã thu hút hàng triệu tỷ đồng nguồn vốn đầu tư và được coi là một trong những nguồn tài chính quan trọng trong phát triển cơ sở hạ tầng. Tuy nhiên, những hạn chế trong triển khai thực hiện các dự án BOT giao thông đã bộc lộ nhiều bất cập đặc biệt là các vấn đề về khai thác và chuyển giao dự án. Nghiên cứu này giới thiệu phương pháp rủi ro giá trị hiện tại thuần nhằm xác định thời gian khai thác của các chủ đầu tư tư nhân trong các dự án giao thông theo hình thức BOT.

Từ khóa: BOT, thời gian khai thác, dự án giao thông

Abstract: The Build - Operate - Transfer (BOT) form in transport projects has been applied since 2011, which has drawn millions of billion VND and been considered as an important financial source for transport infrastructure development. Yet, a lot of shortcomings have arisen on BOT execution, esp. in project operation and transfer. This study introduces the NPV-at-risk approach to identify concession period in BOT transport projects.

Keywords: BOT, concession period, transport project

Ngày nhận bài: 03/04/2019 Ngày chấp nhận đăng: 18/04/2019 Ngày nhận bài sửa: 26/4/2019

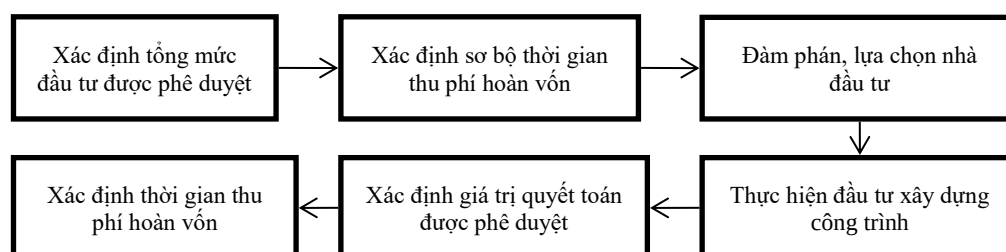
I. SỰ CẦN THIẾT TRONG VIỆC XÁC ĐỊNH THỜI GIAN KHAI THÁC TRONG DỰ ÁN BOT

Trong các dự án BOT, thời gian khai thác được hiểu là khoảng thời gian (thường tính bằng năm) trong đó chủ đầu tư tư nhân có quyền khai thác thương mại công trình trước khi chuyển giao cho Nhà nước [1]. Thời gian khai thác có vai trò quan trọng đối với sự thành công của dự án bởi nó có tác động trực tiếp đến lợi ích thu được cũng như rủi ro của chủ đầu tư tư nhân và nhà nước. Nguyên tắc cơ bản của việc xác định thời gian khai thác là việc giúp giảm thiểu các rủi ro về tài chính cho cả Nhà nước và Chủ đầu tư tư nhân. Cụ thể là thời gian khai thác phải đảm đủ cho việc thu hồi vốn đầu tư và có lãi ở mức độ nhất định. Sự chính xác trong việc xác định thời gian khai thác có thể giúp tránh được việc thay đổi các mức thu phí. Nếu thời gian thu phí là quá ngắn, nhà đầu tư tư nhân có thể tìm cách tăng mức thu phí để ít nhất là thu hồi vốn trong khoảng

thời gian được khai thác. Ở chiều ngược lại, nếu thời gian thu phí kéo dài dẫn đến tăng chi phí dành cho vận hành và sửa chữa bảo dưỡng, điều này làm tăng rủi ro về tài chính thậm chí dẫn đến thua lỗ khi công trình được chuyển giao cho Nhà nước. Bên cạnh đó, thời gian khai thác kéo dài còn mang ý nghĩa gia tăng thiệt hại cho Nhà nước khi tuổi thọ công trình đã không còn nhiều và giai đoạn tốt nhất trong khai thác công trình xét trên góc độ tài chính đã đi tới những quãng thời gian cuối cùng. Như vậy có thể nói, việc xác định một cách hợp lý thời gian khai thác công trình có vai trò quan trọng trong việc đảm bảo lợi ích cho cả hai bên (Chủ đầu tư tư nhân và Nhà nước), và vì thế có tác động trực tiếp tới sự thành công của các dự án BOT nói chung, các dự án BOT giao thông nói riêng.

II. THỰC TRẠNG CÔNG TÁC XÁC ĐỊNH THỜI GIAN KHAI THÁC TRONG CÁC DỰ ÁN BOT ĐANG TRIỂN KHAI TẠI VIỆT NAM

Hiện nay, các dự án PPP nói chung, dự án BOT nói riêng đang được hưởng những ưu đãi nhất định trong các quy định của Nhà nước, được cụ thể hóa trong Nghị định 30/2015/NĐ-CP [2]. Theo đó, giá trị so sánh khi thực hiện đánh giá lựa chọn chủ đầu tư tư nhân được cộng thêm một khoảng 5% giá trị dịch vụ/giá trị góp vốn. Điểm đáng chú ý là phần giá trị này cho đến nay chỉ được dùng làm cơ sở so sánh lựa chọn chủ đầu tư tư nhân tham gia dự án, chưa được đưa vào trong các tính toán các thông số tài chính trong giai đoạn vận hành của dự án. Bên cạnh đó, các tính toán về thời gian khai thác của chủ đầu tư tư nhân được hiểu đúng bằng thời gian thu phí hoàn vốn. Chính điều này làm giảm sức hấp dẫn của các dự án BOT đối với các chủ đầu tư tư nhân. Trên thực tế hiện nay, thời gian thu phí hoàn vốn cho dự án còn tiếp tục được điều chỉnh 3 năm một lần sau khi đưa công trình vào khai thác tùy theo các mức độ ảnh hưởng của số liệu cập nhật đến các tính toán (ví dụ, số liệu lưu lượng xe). Quy trình xác định thời thu phí hoàn vốn trong các dự án BOT đang triển khai tại Việt Nam được minh họa tại hình 1.



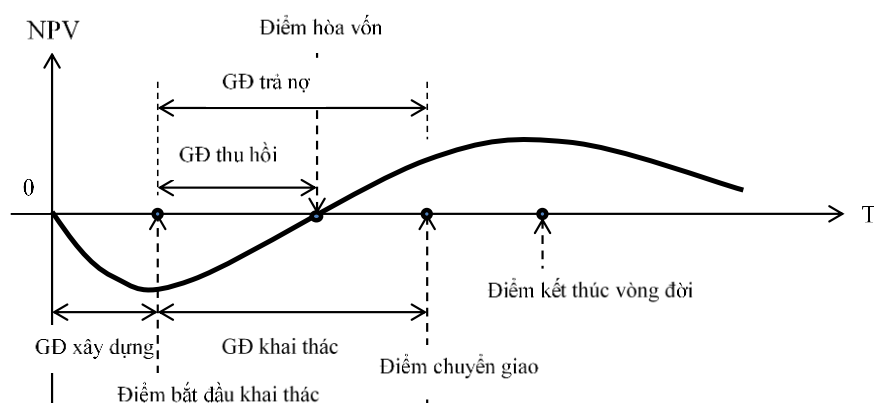
Hình 1. Quy trình xác định thời gian thu phí hoàn vốn hiện hành trong dự án BOT

Việc tính toán thời gian thu phí hoàn vốn hiện nay cho thấy nhiều hạn chế. Đáng chú ý nhất là việc tính toán thời gian thu phí hoàn vốn chỉ được cụ thể hóa sau khi dự án đi vào vận hành, chưa có một cách tính đáng tin cậy trong giai đoạn chuẩn bị đầu tư. Chính điều này làm giảm sức hấp dẫn của các dự án BOT do các nhà đầu tư tư nhân sẽ phải chịu ràng buộc vào những dự án mà bản thân các lợi ích thu được từ những dự án đó còn mơ hồ và không rõ ràng.

III. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH THỜI GIAN KHAI THÁC TRONG CÁC DỰ ÁN BOT

3.1. Một số khái niệm có liên quan

Các khái niệm có liên quan được được miêu tả trực quan tại hình 2.



Hình 2. Các giai đoạn giá trị hiện tại thuần NPV trong dự án BOT (Nguồn: [6])

- Thời gian nhượng quyền (concession period): Được tính từ thời điểm ký kết hợp đồng BOT [3] và bao gồm các phân chia giai đoạn nhỏ hơn gồm: (1) Thời gian xây dựng: tính từ thời điểm ký kết hợp đồng đến khi kết thúc xây dựng; (2) Thời gian khai thác/vận hành: tính từ thời điểm bắt đầu vận hành dự án cho đến thời điểm chuyển giao dự án cho Nhà nước.

- Điểm hòa vốn (Breakeven point): là thời điểm dòng tiền thu chi của dự án được cân bằng thông qua giá trị hiện tại thuần $NPV = 0$.

- Giai đoạn thu hồi vốn (payback period): tính từ thời điểm bắt đầu vận hành dự án cho đến thời điểm hòa vốn [4].

- Giai đoạn trả nợ vốn vay (repayment period): thời điểm hoàn thành các trách nhiệm trả nợ [5]. Thời điểm này thường được xác định sau thời điểm hoàn vốn và trước thời điểm chuyển giao dự án.

- Thời điểm chuyển giao: thời điểm này thường được xác định sau thời điểm hòa vốn và trước thời điểm kết thúc vòng đời khai thác. Thời điểm này là thời điểm đánh dấu sự kết thúc của giai đoạn nhượng quyền.

3.2. Phương pháp xác định thời gian khai thác

Xác định thời gian khai thác của chủ đầu tư tư nhân trong các dự án BOT là một vấn đề phức tạp và vẫn chưa được giải quyết triệt để do nó có tính chủ quan và đa tiêu chí. Về tính chất chủ quan, thời gian khai thác hoàn toàn có thể bị ảnh hưởng bởi kinh nghiệm kiến thức và trình độ chuyên môn, dữ liệu thống kê của người ra quyết định. Về tính đa tiêu chí, thời gian khai thác bị ảnh hưởng bởi các yếu tố khác nhau trong đó quan trọng hàng đầu có thể kể đến là lưu lượng giao thông và mức thu phí đối với các phương tiện giao thông. Cách tiếp cận chủ yếu của các nhà khoa học nhằm xử lý vấn đề kể trên cho đến nay chủ yếu tập trung theo các nguyên tắc về quyết định đầu tư tài chính theo dự án. Về cơ bản có 03 nhóm phương pháp được sử dụng trong vấn đề xác định thời gian khai thác của chủ đầu tư tư nhân gồm: (1) Phương pháp giai đoạn thu hồi vốn (Payback period, [7]); (2) Phương pháp rủi ro giá trị hiện tại thuần (NPV-at-risk, [8]) và (3) các mô hình khai thác dựa trên giá trị hiện tại thuần (NPV-based concession models, [9]). Trong số 03 nhóm phương pháp kể trên, phương pháp giai đoạn thu hồi vốn không tính đến giá trị thời gian

của tiền, do vậy trong nghiên cứu này chúng tôi bỏ qua và không đề cập nhiều về phương pháp này.

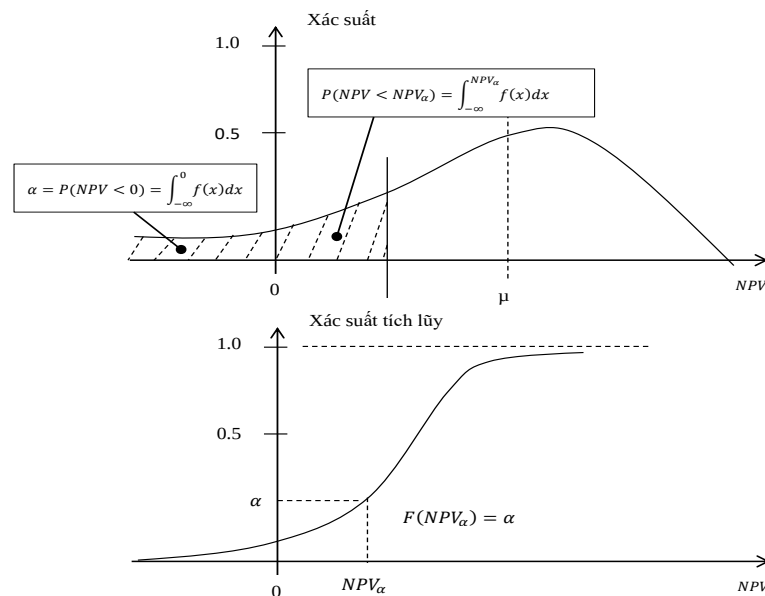
3.3. Phương pháp rủi ro giá trị hiện tại thuần (NPV-at-risk)

Phương pháp rủi ro giá trị hiện tại thuần là một phương pháp tiếp cận dựa trên quan điểm đánh giá đầu tư. Phương pháp này là sự kết hợp giữa phương pháp Trọng số chi phí đầu tư (Weighted Average Cost of Capital, WACC) và phương pháp Dao động giá trị trung bình (Mean-variance). Khác với các phương pháp ước lượng rủi ro truyền thống triển khai theo quy tắc NPV sau khi trừ đi một giá trị rủi ro nhất định vẫn đảm bảo lớn hơn 0, phương pháp rủi ro giá trị hiện tại thuần thực hiện tính toán giá trị NPV_α (NPV-at-risk) tại một mức độ tin cậy $(1 - \alpha)$ xác định. Dự án được chấp nhận về mặt tài chính tại mức độ tin cậy $1 - \alpha$ nếu như giá trị NPV_α lớn hơn hoặc bằng 0. Giá trị NPV_α được hiểu là giá trị mà tại đó, có $\alpha\%$ giá trị NPV nhỏ hơn nó và $1 - \alpha\%$ giá trị NPV lớn hơn nó. Minh họa cho cách tính NPV_α được thể hiện trên hình 3.

Trong trường hợp hàm phân bố của NPV là phân bố chuẩn, giá trị NPV_α có thể được tính theo công thức:

$$NPV_\alpha = \mu - Z(\alpha) \cdot \sigma \quad (1)$$

Trong đó: μ - giá trị trung bình của NPV; $Z(\alpha)$ - giá trị độ lệch chuẩn tương ứng với độ tin cậy α ; σ - Độ lệch chuẩn.



Hình 3. Tính toán giá trị rủi ro hiện tại thuần theo phân bố xác suất (Nguồn: [8])

IV. XÁC ĐỊNH THỜI GIAN KHAI THÁC CỦA CHỦ ĐẦU TƯ TƯ NHÂN THEO PHƯƠNG PHÁP RỦI RO GIÁ TRỊ HIỆN TẠI THUẦN

Trong phần này, chúng tôi chỉ thực hiện xem xét việc xác định thời gian khai thác trong giai đoạn chuẩn bị đầu tư dự án.

Giá trị hiện tại thuần dùng trong tính toán phân tích tài chính dự án được tính theo công thức:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = -G_{xdct} + \sum_{t=T_{xd}}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \quad (2)$$

Trong đó: B_t - Các khoản thu tại năm t ; C_t - Các khoản chi tại năm t ; r - suất chiết khấu; T_{xd} - Thời gian xây dựng công trình; G_{xdct} - Tổng mức đầu tư xây dựng công trình.

Với giả thiết nguồn thu từ công trình giao thông chủ yếu đến từ hoạt động thu phí đường bộ áp dụng với các loại phương tiện sử dụng công trình; nguồn chi của công trình đến chủ yếu từ chi cho hoạt động bán vé và chi cho duy tu bảo dưỡng công trình, công thức (2) được triển khai chi tiết như sau:

$$NPV = -G_{xdct} + \sum_{t=T_{xd}}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = -G_{xdct} + \sum_{t=T_{xd}}^n \frac{(\sum_{i=1}^m S_{it} * F_{it} - C_{bv_t} - C_{bd_t})}{(1+r)^t} \quad (3)$$

Trong đó: S_{it} - Số lượt xe loại i qua trạm thu tại năm t ; F_{it} - Mức thu phí cho xe loại i qua trạm thu tại năm t ; C_{bv_t} - Chi hoạt động bán vé năm t ; C_{bd_t} - Chi hoạt động duy tu bảo dưỡng năm t .

Trong giai đoạn chuẩn bị đầu tư, do các thông số tính toán đều là dự báo, vì thế việc sai khác so với thông số trên thực tế là khó tránh khỏi. Căn cứ trên thực tế triển khai thực hiện các công trình giao thông tại Việt Nam, chúng tôi giả định các thông số như sau:

- Số lượt xe loại i chạy qua trạm năm thứ t có phân bố chuẩn và có giá trị nằm trong khoảng sai lệch α so với giá trị dự báo: $S_{it} = \{S, S \in [\overline{S_{it}} - \alpha, \overline{S_{it}} + \alpha]\}$, trong đó α được xác định dựa trên số liệu thống kê thực nghiệm trong công tác dự báo lưu lượng các công trình giao thông đã thực hiện; $\overline{S_{it}}$ là giá trị dự báo.

- Mức thu phí xe loại i chạy qua trạm năm thứ t có phân bố chuẩn và có giá trị nằm trong khoảng sai lệch β so với giá trị dự báo: $F_{it} = \{F, F \in [\overline{F_{it}} - \beta, \overline{F_{it}} + \beta]\}$, trong đó β được xác định dựa trên số liệu thống kê thực nghiệm trong công tác điều chỉnh giá vé các công trình giao thông đã thực hiện; $\overline{F_{it}}$ - là giá trị dự báo.

- Chi phí cho công tác bán vé và duy tu bảo dưỡng không có sự thay đổi nhiều so với tính toán do các tính toán đều bám sát theo các quy định của nhà nước.

Theo đó hàm phân bố của NPV hoàn toàn có thể xây dựng được bằng phương pháp mô phỏng Monte Carlo thông qua việc thay đổi ngẫu nhiên các biến số đầu vào về số lượt xe và mức thu phí trên cơ sở công thức tính NPV tại phương trình (3).

Vì S_{it} và F_{it} được giả thiết là phân bố chuẩn, nên với các giá trị giả thiết không đổi C_{bv_t} , C_{bd_t} , r và G_{xdct} cho trước, hàm NPV là hàm phân bố chuẩn.

Thời gian thu phí hoàn vốn sẽ được xác định thông qua việc giải phương trình sau:

$$\int_{-\infty}^{NPV_{T_{hv}}} f(x) dx = 0 \Leftrightarrow NPV_{T_{hv}} = -G_{xdct} + \sum_{t=T_{xd}}^{T_{hv}} \frac{(\sum_{i=1}^m \overline{S_{it}} * \overline{F_{it}} - C_{bv_t} - C_{bd_t})}{(1+r)^t} \quad (4)$$

Trong đó: $NPV_{T_{hv}}$ - giá trị NPV tại thời điểm hoàn vốn; T_{hv} - thời gian hoàn vốn.

Trong trường hợp hàm phân bố NPV là phân bố chuẩn, phương trình (4) có thể được viết lại như sau:

$$NPV_{T_{hv}} = \mu - Z(\alpha_{hv}) \cdot \sigma = -Gxdct + \sum_{t=Txd}^{T_{hv}} \frac{(\sum_{i=1}^m S_{it} \cdot \overline{F_{it}} - Cbv_t - Cbd_t)}{(1+r)^t} \quad (5)$$

Các thành phần tính toán trong công thức (5) đã được trình bày tại công thức (1).

Căn cứ theo mức độ tin cậy tại thời điểm hoàn vốn, chủ đầu tư tư nhân và nhà nước hoàn toàn có thể đàm phán để xác định mức thời gian cộng thêm nhằm đảm bảo quyền lợi và thu hút chủ đầu tư tư nhân. Giá trị thời gian cộng thêm càng tăng khi rủi ro của dự án tại thời điểm hoàn vốn càng cao và ngược lại. Khi đó thời gian khai thác của chủ đầu tư tư nhân sẽ được tính theo công thức sau:

$$T_{kt} = T_{hv} + \Delta_t \quad (6)$$

Trong đó: T_{hv} - thời gian hoàn vốn; T_{kt} - thời gian khai thác; Δ_t - thời gian cộng thêm.

Thời gian cộng thêm (Δ_t) được hiểu là thời gian khai thác kéo dài thêm của chủ đầu tư tư nhân sau thời điểm hoàn vốn của dự án. Thời gian kéo dài thêm này nhằm đảm bảo cho lợi ích của chủ đầu tư tư nhân tương ứng với mức độ rủi ro dự án. Theo đó, dự án có độ rủi ro càng cao thì thời gian kéo dài thêm càng dài và ngược lại dự án có mức độ rủi ro càng thấp thì thời gian kéo dài thêm càng ít và khi đó thời gian khai thác càng gần với thời gian thu phí hoàn vốn.

Về nguyên tắc, thời gian kéo dài tăng thêm này được xác định trên cơ sở kết quả đàm phán thống nhất giữa Nhà nước và chủ đầu tư tư nhân. Về mặt hình thức, thời gian kéo dài thêm có thể được tính toán thông qua tỷ lệ % tăng thêm đối với độ tin cậy NPV lớn hơn hoặc bằng 0. Nói cách khác, khi dự án có mức độ rủi ro cao (xác suất xuất hiện $NPV < 0$ cao) thì độ tin cậy $NPV \geq 0$ thấp và khi đó chủ đầu tư tư nhân được bù đắp bằng một tỷ lệ % cộng thêm nhằm tăng thêm độ tin cậy $NPV \geq 0$. Tỷ lệ % cộng thêm này sau đó sẽ là cơ sở để tính toán thời gian khai thác của chủ đầu tư tư nhân.

Một cách tổng quát, thời gian cộng thêm có thể được tính theo công thức sau:

$$\Delta_t = \beta_0 + \beta_1 * \Delta_1 + \beta_2 * \Delta_2 + \beta_3 * \Delta_3 \quad (7)$$

Trong đó: Các hệ số $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ được xác định qua các kết quả phân tích thực nghiệm thống kê thỏa mãn các điều kiện có ý nghĩa thống kê.

Δ_1 – Biến tác động do yếu tố không ổn định về khả năng thực hiện cam kết của Chính phủ, biến này được tính trên cơ sở tỷ lệ thời gian kéo dài thêm trong giai đoạn thực hiện đầu tư xây dựng công trình do các nguyên nhân về không giữ đúng cam kết của Chính phủ, xảy ra với các dự án cùng loại đã thực hiện.

Δ_2 – Biến tác động do yếu tố bất khả kháng, biến này được tính chủ yếu trên cơ sở tỷ lệ tăng chi phí xảy do các nguyên nhân thiên tai, thời tiết và không đồng thuận của người dân địa phương, xảy ra với các dự án cùng loại đã thực hiện.

Δ_3 – Biến tác động do kỹ thuật đặc thù, biến này được tính chủ yếu trên cơ sở tỷ lệ kéo dài thời gian do khó khăn trong chuyển giao các kỹ thuật đặc thù, xảy ra với các dự án cùng loại đã thực hiện.

V. TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU MINH HỌA

Như đã được trình bày ở trên, các tính toán thời gian khai thác của chủ đầu tư tư nhân đòi

hỏi các giá trị thống kê từ các dự án thực tiễn đã được triển khai. Việc tiếp cận các số liệu thống kê của tác giả gặp khó khăn do thực tế chưa có một thống kê tương tự nào đã được thực hiện. Chính vì vậy, để phục vụ cho mục đích nghiên cứu của đề tài, một mô hình tính toán mô phỏng đã được thực hiện như dưới đây.

Một công trình đường bộ theo hình thức BOT có các thông số giả định ở bảng 1.

Bảng 1. Giả định tính toán cho một dự án xây dựng công trình đường

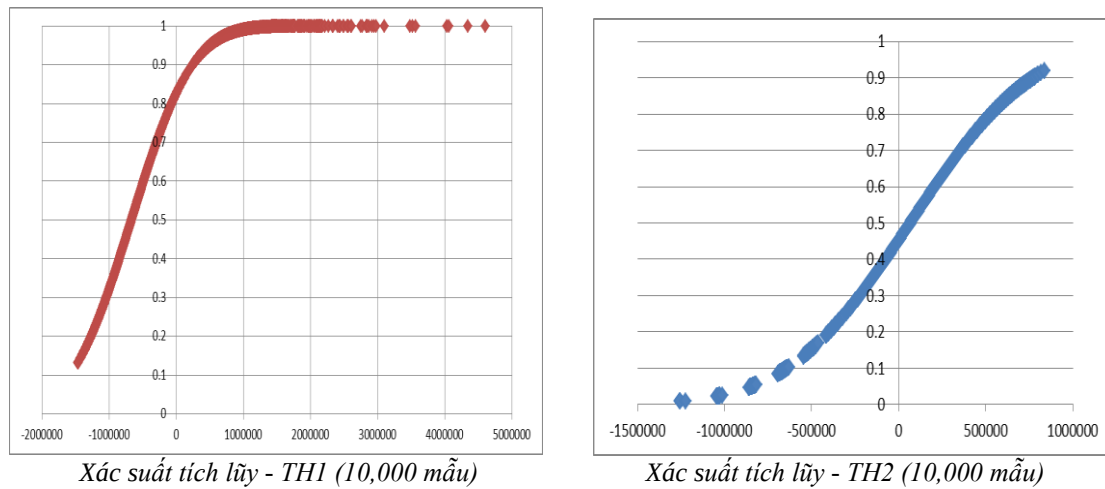
Bảng 1: Giả định tính toán cho một dự án xây dựng công trình đường		
Nội dung	Trường hợp 1	Trường hợp 2
Thông tin chung	Tổng mức đầu tư: 1500 tỷ; Tỷ lệ tăng lương nhân công và các chi phí thiết bị hàng năm 5%; Suất chiết khấu giả định 12%; Tuổi thọ công trình: 25 năm; Mô phỏng Monte Carlo 10,000 mẫu.	
Mức sai số trong công tác dự báo do tác động của những yếu tố nằm ngoài phạm vi đánh giá của dự án (ví dụ, thay đổi về chính sách, thay đổi về quy hoạch, sự xuất hiện của các dự án khác):		
Lưu lượng	±35%	±10%
Giá vé	±10%	±4%

Các tính toán trên cơ sở phân bố chuẩn cho các đại lượng về lưu lượng và giá vé cho phép thiết lập không giới hạn các phân bố ngẫu nhiên về thông số tính toán các năm vận hành. Trong ví dụ này chúng tôi thực hiện mô phỏng 10,000 dữ liệu về giá trị NPV. Hai trong số các tính toán được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Giả thuyết tính toán giá trị NPV (mẫu ngẫu nhiên trong 10,000 mẫu)

Năm vận hành thứ	Lưu lượng (nghìn lượt)				Giá vé (nghìn đồng)				Chi hoạt động bán vé (triệu đồng)		Doanh thu (triệu đồng)	Chi phí (triệu đồng)	Doanh thu quy đổi	Chi phí quy đổi	NPV (triệu đồng)	Xác suất
	Xe máy	Xe con	Xe khách	Xe tải	Xe máy	Xe con	Xe khách	Xe tải	Lưu lượng	Thiết bị						
1	1000	720	500	420	5	15	25	40	2000	500	45100	2500	45100	2500	1,457,400.00	0.13
2	984	613	485	463	5	15	29	41	2100	525	47163	2625	37598.05485	2092.633929	1,421,894.58	0.14
3	877	651	540	597	5	16	31	45	2205	551.25	58406	2756.25	41572.23715	1961.844308	1,382,284.19	0.16
4	1204	761	419	748	5	17	33	48	2315.25	578.8125	68688	2894.0625	43652.46577	1839.229039	1,340,470.95	0.17
5	1342	677	423	1005	5	17	35	52	2431.013	607.753125	85284	3038.765625	48392.43196	1724.277224	1,293,802.79	0.19
6	1298	730	499	1452	5	20	38	55	2552.563	638.1407813	119912	3190.703906	60751.151	1616.509897	1,234,668.15	0.21
7	1380	738	376	1114	5	21	40	63	2680.191	670.0478203	107620	3350.239102	48681.82255	1515.478029	1,187,501.81	0.23
8	1263	1035	475	1407	5	24	44	63	2814.201	703.5502113	140696	3517.751057	56824.75464	1420.760652	1,132,097.82	0.26
9	1614	1483	602	1450	5	25	49	72	2954.911	738.7277219	179043	3693.638609	64564.7007	1331.963111	1,068,865.08	0.28
10	1730	1772	617	1571	5	25	57	80	3102.656	775.664108	213799	3878.32054	68837.55601	1248.715417	1,001,276.24	0.32
11	2171	1636	615	2174	5	25	61	82	3257.789	814.4473134	267538	4072.236567	76910.78194	1170.670703	925,536.13	0.36
12	3139	1904	706	2443	5	28	61	95	3420.679	855.1696791	344158	4275.848395	88336.78664	1097.503784	838,296.84	0.40
13	4505	1542	544	2381	5	30	62	106	3591.713	897.928163	354899	4489.640815	81333.6909	1028.909798	757,992.06	0.45
14	4465	1975	786	2248	5	30	68	125	3771.298	942.8245712	416023	4714.122856	85126.5483	964.6029354	673,830.12	0.49
15	3835	2618	1110	2554	5	32	73	137	3959.863	989.9657997	533879	4949.828999	97537.69727	904.3152519	577,196.73	0.55
16	4725	1969	1115	1967	5	35	75	140	4157.856	1039.46409	451545	5197.320449	73656.7708	847.7955487	504,387.76	0.59
17	4380	1939	945	2806	5	36	88	153	4365.749	1091.437294	604182	5457.186471	87995.68919	794.8083269	417,186.88	0.63
18	4315	2743	812	2992	5	41	103	151	4584.037	1146.009159	669466	5730.045795	87057.08424	745.1328065	330,874.93	0.68
19	5728	3877	611	3471	5	47	111	175	4813.238	1203.309617	886105	6016.548084	102882.7955	698.5620061	228,690.69	0.73
20	7248	4865	797	3584	5	52	114	200	5053.9	1263.475098	1096878	6317.375488	113709.7939	654.9018807	115,635.80	0.78
21	9916	6940	978	2717	5	58	134	208	5306.595	1326.648853	1148288	6633.244263	106285.0914	613.9705131	9,964.68	0.82
22	14155	9516	1351	2779	5	68	134	238	5571.925	1392.981295	1560299	6964.906476	128947.0264	575.5973561	118,406.75	0.86
23	11823	8402	1117	3397	5	80	139	264	5850.521	1462.63036	1783346	7313.1518	131589.4557	539.6225213	249,456.58	0.90
24	10107	12084	1420	3232	5	84	151	265	6143.048	1535.761878	2136491	7678.80939	140756.5208	505.8961137	389,707.21	0.93
25	13583	11869	1119	2501	5	96	151	260	6450.2	1612.549972	2026568	8062.749859	119209.4307	474.2776066	508,442.36	0.95

Kết quả tính toán cho phép xác định hàm phân bố của giá trị NPV, phân bố này được minh họa tại hình 4.



	Xác suất NPV<0	Độ tin cậy NPV≥0
Trường hợp 1	82.40%	17.60%
Trường hợp 2	45.10%	54.90%

Hình 4. Hàm xác suất của giá trị NPV trong phân tích dự án giả định

Theo kết quả tính toán, xác suất xuất hiện giá trị NPV < 0 của trường hợp 1 (82.4%) cao hơn nhiều so với trường hợp 2 (45.1%). Nói cách khác, trường hợp 1 có độ tin cậy NPV (17.6 %) thấp hơn so với trường hợp 2 (54.9%). Chính vì vậy để thu hút được nhà đầu tư thì khoản cộng thêm cho trường hợp 1 cần cao hơn trường hợp 2. Khoản cộng thêm có thể được tính thông qua mức tăng thêm độ tin cậy sau thời điểm hòa vốn (tăng xác suất NPV ≥ 0). Một trong những giả định tính toán được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Giả định tính toán nhằm xác định thời gian khai thác

	Độ tin cậy cộng thêm	NPV tại thời điểm kết thúc khai thác (NPV _{kt}) (triệu đồng)	Tỷ lệ NPV/Tổng mức đầu tư	Thời gian hoàn vốn (năm)	Thời gian khai thác tính toán từ độ tin cậy cộng thêm (năm)	Thời gian cộng thêm (Δ_t) (năm)
Trường hợp 1	5.0%	152924,50	0.102	~ 17.0b	~ 19.5	~2.5
Trường hợp 2	2.5%	34753,91	0.023	~ 9.4	~ 10.5	~1.1

VI. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này giới thiệu phương pháp rủi ro giá trị hiện tại thuần ứng dụng cho công tác tính toán thời gian khai thác của chủ đầu tư tư nhân trong các dự án BOT giao thông. Điểm khác biệt của phương pháp này so với các phương pháp tính toán thông thường được triển khai trên

thực tế tại Việt Nam là nó cho phép tính đến các rủi ro có thể xảy ra về mặt tài chính đối với các yếu tố quan trọng của dự án như sự thay đổi về số lượt xe chạy và mức thu phí do các nguyên nhân vượt ra ngoài dự án. Các tính toán dựa trên cơ sở các số liệu thống kê thực nghiệm của Việt Nam, do đó có độ tin cậy cao. Ngoài ra, các tính toán đều có thể thực hiện bằng phần mềm Microsoft Excel và vì thế việc tiếp cận phương pháp này là tương đối dễ dàng. Phương pháp này giúp cho các bên tham gia dự án BOT có cái nhìn chính xác hơn trong việc ra các quyết định đầu tư dự án BOT nói chung, BOT giao thông nói riêng.

Tài liệu tham khảo

- [1]. *I.D. Ozdoganm, M.T. Birgonul*, A decision support framework for project sponsors in the planning stage of build–operate–transfer (BOT) projects, *Construction Management and Economics* 18 (2000) 343–353.
- [2]. Nghị định 30/2015/NĐ-CP, ngày 17 tháng 03 năm 2015 Quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật đấu thầu về lựa chọn nhà đầu tư.
- [3]. *Xie, L., Xu, W.*, 2008. Calculation of the Concession Period for Generalized BOT project, *IEEE Xplore*..
- [4]. *Schniederjans, M., Schniederjans, A., Schniederjans, D.*, 2005. Outsourcing and Insourcing in an International Context. M.E. Sharpe, Inc.
- [5]. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Publishing, 2008. OECD Glossary of Statistical Terms
- [6]. *Hanaoka, S., Palapus, H. P.*, 2012. Reasonable concession period for build-operate-transfer road projects in the Philippines. *International Journal of Project Management* 30, pp. 938 - 949.
- [7]. *L.Y. Shen, Q.M. Li*, Decision-making model for concession period in BOT contract infrastructure project, *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management* 14 (1) (2000) 43–47.
- [8]. *S. Ye, R.L.K. Tiong*, NPV-at-risk method in infrastructure project investment evaluation, *Journal of Construction Engineering and Management* 126 (3) (2000) 227–233.
- [9]. *X.Q. Zhang, S.M. AbouRizk*, Determining a reasonable concession period for private sector provision of public works and services, *Canadian Journal of Civil Engineers* 33 (5) (2006) 622–631 ♦

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG HƯ HỎNG DO MỎI NHIỆT CỦA LỚP BÊ TÔNG NHỰA MẶT CẦU BÊ TÔNG XI MĂNG

NGUYỄN MẠNH HÙNG

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Giao thông Vận tải

Email liên hệ: nmhung@utc.edu.vn

Tóm tắt: Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu đánh giá khả năng hư hỏng do mỏi nhiệt của lớp bê tông nhựa mặt cầu bê tông xi măng. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khả năng xuất hiện vết nứt do nhiệt tại mặt dưới cùng từ đó dẫn đến hư hỏng vì mỏi nhiệt của lớp bê tông nhựa này trong tháng nóng nhất trong năm là tương đối rõ rệt.

Từ khóa: Mỏi nhiệt, bê tông nhựa, phân bố nhiệt độ, hư hỏng.

Abstract: The article presents the result of an evaluation of damage ability due to thermal fatigue of the asphalt layer on cement concrete bridges. The result shows that the appearance of thermal cracks at the bottom layer causing damages by thermal fatigue is more likely in the hottest month of a year.

Keywords: Thermal fatigue, asphalt, temperature distribution, damage.

Ngày nhận bài: 05/04/2019 Ngày chấp nhận đăng: 18/04/2019 Ngày nhận bài sửa: 26/04/2019

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Giống như tải cơ học, chu kỳ nhiệt độ lặp đi lặp lại có thể gây ra một số hư hỏng trong lớp bê tông nhựa. Hư hỏng do dao động nhiệt độ một ngày đêm (được gọi là hư hỏng do mỏi nhiệt) có thể nhỏ nhưng hư hỏng tích lũy do một số lượng lớn chu kỳ nhiệt độ ngày đêm có thể không nhỏ [1].

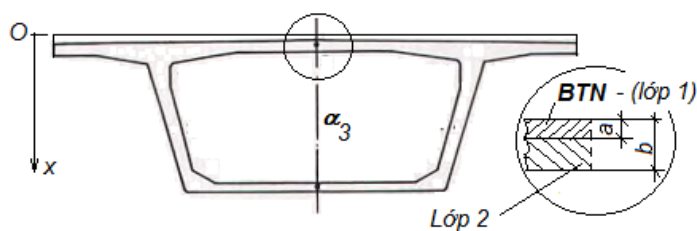
Ở Việt Nam cho đến hiện nay chưa có công trình nghiên cứu nào được công bố về nguy cơ hư hỏng do mỏi nhiệt của các lớp bê tông nhựa nói chung và lớp bê tông nhựa mặt cầu nói riêng. Trong bài báo này, khả năng hư hỏng do mỏi nhiệt lớp bê tông nhựa mặt cầu bê tông xi măng trong thời gian nóng nhất trong năm sẽ được nghiên cứu đánh giá.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Trong phạm vi bài báo này, lớp bê tông nhựa mặt cầu bê tông xi măng dạng đầm hộp đặt tại khu vực tỉnh Ninh Bình được đưa vào làm đối tượng nghiên cứu (hình 1). Thông số hình học

và nhiệt vật lý của các lớp vật liệu mặt cầu được xác định theo các tài liệu đã viện dẫn trong [2] và được thể hiện cụ thể trong bảng 1.



Hình 1. Mặt cắt ngang dầm cầu.

Bảng 1. Kích thước, tính chất nhiệt vật lý của các lớp mặt cầu

TT	Vật liệu	Bề dày, <i>m</i>	Hệ số dẫn nhiệt λ , $W/(m.K)$	Nhiệt dung riêng $C, J/(kg.độ)$	Khối lượng riêng ρ , kg/m^3
1	Bê tông nhựa	0,07	1,5	860	2250
2	Bê tông xi măng	0,25	1,55	840	2400

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Một chu kỳ dao động nhiệt độ của lớp bê tông nhựa chính là một lần thay đổi nhiệt độ trong một ngày đêm. Trong một khoảng thời gian xác định, số chu kỳ dao động nhiệt của lớp bê tông nhựa cũng xác định và bằng chính số ngày N của khoảng thời gian đó (ví dụ trong 1 năm, chu kỳ dao động nhiệt là $N = 365$ lần).

Theo [1], trong khoảng thời gian xác định, với thông số của lớp bê tông nhựa và điều kiện khí hậu mà số chu kỳ dao động nhiệt độ cho phép N_{ft} xác định được nhỏ hơn số ngày N thì vết nứt do nhiệt sẽ xuất hiện tại bề mặt dưới lớp bê tông nhựa trong ngày thứ $N+1$. Từ đó, vết nứt sẽ lan truyền, dần dần ảnh hưởng đến tuổi thọ cũng như gây ra hư hỏng lớp bê tông.

Trong bài báo này, khoảng thời gian để đánh giá môi nhiệt ở đây là tháng 7, tháng nóng nhất trong năm tại địa phương nơi đặt cầu [3]. Vậy theo [1], vết nứt do nhiệt tại mặt dưới lớp bê tông nhựa sẽ xuất hiện khi:

$$N_{ft,7} < N_7 = 31 \text{ chu kỳ (hoặc lần)}$$

2.2.1. Mô hình xác định chu kỳ môi nhiệt cho phép của Islam

Islam [1] lần đầu tiên đã phát triển một mô hình để xác định độ bền môi nhiệt cho phép của lớp bê tông nhựa do biến động nhiệt độ ngày đêm trong một khoảng thời gian xác định. Sau này, mô hình được phát triển dựa trên thử nghiệm trong phòng thí nghiệm và được hiệu chỉnh theo điều kiện hiện trường, cụ thể như sau:

$$N_{ft} = 1,4323.10^{-8}.E^{-0,4168}.e^{-3,458} \quad (1)$$

trong đó N_{ft} là chu kỳ dao động nhiệt độ cho phép trong một khoảng thời gian xác định, *chu kỳ*;

E là độ cứng của bê tông nhựa (*psi*) ở tần số $1,16 \times 10^{-5}$ Hz; ε là biến dạng nhiệt do biến động nhiệt độ ngày đêm, $\varepsilon = \alpha \Delta t$; Δt là biến động nhiệt độ ngày đêm trong lớp bê tông nhựa trong khoảng thời gian xác định kể trên, $^{\circ}\text{C}$ (xem thêm mục 3.1); α là hệ số co giãn do nhiệt của điểm dưới cùng lớp bê tông nhựa, $1/^{\circ}\text{độ}$, hệ số này là phi tuyến với nhiệt độ và được xác định theo phương trình sau:

$$\alpha = -0,006t^2 + 0,356t + 22,633, \quad 10^{-6}/^{\circ}\text{C} \quad (2)$$

với t là nhiệt độ trung bình của điểm dưới bê tông nhựa trong khoảng thời gian xác định kể trên.

Để xác định được ε cần phải sử dụng công cụ xác định trường nhiệt độ trong lớp bê tông nhựa.

Trong nghiên cứu của Islam [1], chu kỳ mỗi nhiệt cho phép ứng với từng tháng trong năm đã được xác định (bảng 2), trong đó:

- Trong các tháng mùa đông (12 và 1), chu kỳ mỗi cho phép lớn hơn hẳn số ngày trong tháng.
- Trong các tháng nóng, chu kỳ mỗi cho phép vẫn lớn hơn số ngày trong tháng. Giá trị chu kỳ mỗi nhiệt cho phép nhỏ nhất trong năm là 54 *chu kỳ*, ứng với tháng 5 có 31 *ngày*.

Bảng 2. Kết quả tính toán chu kỳ mỗi nhiệt cho phép của Islam [1]

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N_{fit}	190	148	59	55	54	80	107	171	106	77	104	232

2.2.2. Mô hình dự báo trường nhiệt độ lớp bê tông nhựa mặt cầu bê tông xi măng

Cầu bê tông xi măng dạng dầm hộp đã được đưa vào làm đối tượng nghiên cứu trong [2] và mô hình dự báo nhiệt độ lớp bê tông nhựa mặt cầu thu được như sau:

$$t(x, \tau) = (Ax + B)f_1(\tau) + (Cx + D)f_2(\tau) \quad (3)$$

trong đó x là tọa độ (chiều sâu) của điểm tại đó cần xác định nhiệt độ, m , $0 \leq x \leq a$, a là chiều dày lớp BTN, m ; τ là thời điểm trong ngày, *giờ*; $f_1(\tau)$, $f_2(\tau)$ là các hàm điều kiện biên hay là các hàm đại diện cho điều kiện thời tiết (kể cả yếu tố gió, bức xạ mặt trời ...) tại mặt trên và mặt dưới của cầu và là các hàm đã xác định [4] (hình 1); A , B , C và D là các hệ số lần lượt được xác định bởi các biểu thức như sau [2], [5]:

$$A = -C = -\frac{\lambda_2}{M + N}; \quad B = 1 - D = 1 - \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\alpha_1 (M + N)}$$

với $M = \lambda_1 \lambda_2 \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_3} \right)$, $N = (\lambda_2 - \lambda_1)a + \lambda_1 b$, trong đó λ_1 , λ_2 lần lượt là hệ số dẫn nhiệt của lớp

bê tông nhựa bề mặt (lớp 1, hình 1) và lớp bê tông xi măng phía dưới (lớp 2, hình 1), $W/(mK)$; b là tổng chiều dày lớp 1 và 2, m ; α_1 và α_3 lần lượt là hệ số trao đổi nhiệt tương đương tại phía trên lớp 1 và phía dưới lớp 2, $W/(m^2K)$.

Theo [2], hàm điều kiện biên trên bề mặt $f_1(\tau)$ được xác định bởi:

$$f_1(\tau) = \begin{cases} y_{0,6-18} + A_{6-18} \cdot \sin\left(\frac{\tau - \tau_{c,6-18}}{W_{6-18}}\right), & \tau \in [6 \text{ AM} - 18 \text{ PM}] \\ y_{0,18-6} + A_{18-6} \cdot \sin\left(\frac{\tau - \tau_{c,18-6}}{W_{18-6}}\right), & \tau \in [18 \text{ PM} - 6 \text{ AM hôm sau}] \end{cases} \quad (4)$$

và $f_2(\tau) = 27,0 = \text{const.}$

Bảng 3 là các giá trị hệ số trong phương trình (4) với số liệu thời tiết tháng 7 – tháng nóng nhất trong năm [3], cũng là khoảng thời gian xác định môi nhiệt trong bài báo này. Ngoài ra, hệ số hấp thụ lớp bê tông nhựa bề mặt cầu được sử dụng ở đây là 0,75.

Bảng 3. Giá trị các hệ số trong phương trình (4)

TT	Khoảng thời gian	$\tau_{c,6-18}$	W_{6-18}	A_{6-18}	$y_{0,6-18}$
1	$6h \leq \tau \leq 18h$	21782,49728	13924,44552	59,32099	22,74541
	Khoảng thời gian	$\tau_{c,18-6}$	W_{18-6}	A_{18-6}	$y_{0,18-6}$
2	$18h < \tau < 6 \text{ h hôm sau}$	-15360200	1406308.993	8681.59	8703.839

Cũng theo [2], hệ số trao đổi nhiệt tương đương tại mặt trên lớp bê tông nhựa $\alpha_1 = [\alpha_{dl} + \alpha_{bx}]_1 = 11,16 \text{ W}/(m^2K)$, hệ số trao đổi nhiệt tại mặt dưới $\alpha_3 = 1,425 \text{ W}/(m^2K)$.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả xác định chu kỳ môi nhiệt cho phép N_{ft}

Độ chênh nhiệt độ Δt ở đây cần phải được xác định để tính toán hệ số giãn nở nhiệt. Như đã nêu, độ chênh nhiệt độ này được xác định như sau:

$$\Delta t = t_{s,\max} - t_{b,\min} \quad (5)$$

trong đó:

$t_{b,\min}$ là nhiệt độ thấp nhất mặt dưới lớp bê tông nhựa trong ngày, $^{\circ}C$, xác định theo số liệu khí hậu của tháng 7;

$t_{s,\max}$ là nhiệt độ cao nhất mặt trên lớp bê tông nhựa trong ngày, $^{\circ}C$ xác định theo số liệu khí hậu trong tháng 7, $^{\circ}C$.

Nhiệt độ $t_{b,\min}$ theo [2] cũng chính là nhiệt độ thấp nhất trong ngày của nhiệt độ không khí tại thời điểm 5 giờ sáng. Theo [3] $t_{b,\min}$ ở đây sẽ là $27^{\circ}C$.

Sử dụng mô hình dự báo trường nhiệt độ (3) của bê tông nhựa lớp trên mặt cầu, nhiệt độ cao nhất điểm trên cùng lớp bê tông nhựa trong tháng 7 là $62,56^{\circ}\text{C}$ tại thời điểm 12 giờ 9 phút. Vậy $\Delta t = 35,56^{\circ}\text{C}$.

Theo mô hình dự báo trường nhiệt độ (3), xác định được nhiệt độ trung bình của điểm dưới lớp bê tông nhựa là $35,8^{\circ}\text{C}$. Như vậy, theo (2) tính được $\alpha = 27,688.10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$.

Theo [1] và [6], giá trị độ cứng của bê tông nhựa (phụ thuộc nhiệt độ) và bằng 37000 psi hay 37 ksi (tương đương 255 MPa).

Sử dụng mô hình môi (1) của Islam, tính được chu kỳ dao động nhiệt cho phép của lớp bê tông nhựa mặt cầu bê tông xi măng ở đây trong tháng 7 là:

$$N_{ft} = 3,8 \text{ chu kỳ.}$$

Giá trị N_{ft} tính toán được kể trên nhỏ hơn nhiều so với số ngày hay số lần thay đổi nhiệt độ trong tháng 7 là $N = 31$ ngày (tương ứng với 31 chu kỳ). Như vậy, khả năng xuất hiện vết nứt tại mặt dưới lớp bê tông nhựa và từ đó dẫn đến khả năng hư hỏng do mỏi nhiệt của lớp bê tông nhựa này là rõ rệt.

3.2. Đề xuất giải pháp tăng chu kỳ mỏi nhiệt cho phép N_{ft}

Căn cứ mô hình (1) của Islam, thấy rằng, một trong những giải pháp hiện hữu cho việc tăng trị số N_{ft} tới giá trị lớn hơn hoặc bằng 31 (số ngày trong tháng 7) là nghiên cứu xác định giảm biến dạng do nhiệt độ ϵ . Biến dạng này là tích của hệ số co giãn do nhiệt α và độ chênh nhiệt độ Δt .

Theo công thức (2), để α giảm thì nhiệt độ trung bình bề mặt dưới lớp bê tông nhựa phải tăng. Điều này được thể hiện rõ ràng hơn qua bảng 4.

Bảng 4. Sự phụ thuộc của hệ số co giãn do nhiệt α vào nhiệt độ

$t, ^{\circ}\text{C}$	27	30	33	36	39	42
$\alpha, 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	27,871	27,913	27,847	27,673	27,391	27,001

Sử dụng công thức (1) với α thay đổi theo phạm vi trong bảng 4 cùng với giả thiết cố định giá trị độ chênh nhiệt độ $\Delta t = 35,56^{\circ}\text{C}$ thì kết quả N_{ft} thu được chỉ thay đổi trong phạm vi từ 3,8 đến 4,3 chu kỳ.

Như vậy, cần có giải pháp hữu hiệu để giảm được độ chênh nhiệt độ Δt . Căn cứ kết quả ở bảng 4, ta xác định được giá trị trung bình của α trong phạm vi 30 đến 39°C là $27,706.10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$.

Vậy để đảm bảo: $N_{ft} \geq 31 \text{ chu kỳ}$

thì theo (1) và các giá trị E, α đã đề cập ở trên, tính được $\Delta t \leq 20,2^{\circ}\text{C}$.

Suy ra nhiệt độ bề mặt lớn nhất lớp bê tông nhựa phải thỏa mãn:

$$t_{s,max} \leq 20,2^{\circ}C + t_{b,min} = 20,2 + 27 = 47,2^{\circ}C$$

Sử dụng kết quả nghiên cứu đã được nêu tại [5], theo đó, khi trị số hệ số hấp thụ bề mặt của lớp bê tông nhựa giảm đi 0,1 thì nhiệt độ lớn nhất tại mặt trên lớp bê tông nhựa $t_{s,max}$ sẽ giảm khoảng $7^{\circ}C$. Như đã nêu ở mục 2, ứng với hệ số hấp thụ bề mặt là 0,75 thì $t_{s,max} = 62,56^{\circ}C$. Vậy, hệ số hấp thụ bề mặt lớp bê tông nhựa cần phải có trị số nhỏ hơn 0,53. Đây là trường hợp ứng với lớp bê tông nhựa đã sử dụng lâu ngày [5], tức lớp bê tông nhựa đã nhạt bớt màu do ảnh hưởng của các yếu tố xung quanh (ví dụ như mất màu do ánh sáng mặt trời hoặc dính bám bụi).

Như vậy, trong trường hợp có phương án để giảm hệ số hấp thụ của lớp bê tông nhựa mới mà vẫn đảm bảo được các đặc tính kỹ thuật thì nguy cơ xuất hiện vết nứt dẫn đến hư hỏng do môi nhiệt sẽ giảm thiểu và biến mất.

IV. KẾT LUẬN

Bài báo đã tiến hành đánh giá khả năng hư hỏng do môi nhiệt của lớp bê tông nhựa mặt cầu bê tông xi măng. Kết quả cho thấy, khả năng xuất hiện vết nứt tại mặt dưới lớp bê tông nhựa trong tháng 7 – tháng nóng nhất trong năm là tương đối rõ. Điều này dẫn đến nguy cơ hư hỏng do môi nhiệt lớp bê tông nhựa.

Bên cạnh đó, bài báo cũng đề xuất việc nghiên cứu giảm hệ số hấp thụ bề mặt để có thể làm giảm nguy cơ nứt môi lớp bê tông này.

Tài liệu tham khảo

- [1]. *Rashadul Islam* (2015). Thermal fatigue damage of asphalt pavement, Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy in Engineering, The University of New Mexico Albuquerque, New Mexico.
- [2]. *Nguyễn Mạnh Hùng* (2017). Nghiên cứu xây dựng mô hình dự báo trường nhiệt độ lớp bê tông nhựa mặt cầu bê tông xi măng. Đề tài NCKH cấp cơ sở, mã số T2017-CK-27.
- [3]. QCVN 02:2008/BXD: Quy chuẩn xây dựng Việt Nam – Số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng (phần 1). Hà nội, 2008.
- [4]. *Nguyễn Mạnh Hùng* (2017). Nghiên cứu xác định điều kiện biên cho bài toán truyền nhiệt qua các lớp mặt cầu bê tông xi măng tại Việt Nam. Tạp chí Khoa học Giao thông Vận tải, số 58, 6/2017, tr 25-33.
- [5]. *Nguyễn Mạnh Hùng, Trần Văn Bảy, Trần Thị Thu Hà* (2017). Nghiên cứu ảnh hưởng của hệ số hấp thụ đến phân bố nhiệt độ lớp bê tông nhựa mặt cầu bê tông xi măng dạng đầm hộp bằng phương pháp giải tích. Tạp chí Khoa học Giao thông Vận tải, số 60, tháng 10/2017.
- [6]. *Meor O. Hamzah, and Teoh C. Yi* (2008). Effects of Temperature on Resilient Modulus of Dense Asphalt Mixtures Incorporating Steel Slag Subjected to Short Term Oven Ageing. Proceedings of world academy of science, engineering and technology, Vol 36, Dec 2008, ISSN 270-3740.♦

PHÂN TÍCH KẾT QUẢ KIỂM TRA ĐỘ THẨM NƯỚC HIỆN TRƯỜNG CỦA MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG NHỰA RỖNG THOÁT NƯỚC TRÊN DỰ ÁN CAO TỐC PHÁP VÂN - CẦU GIẾ - NINH BÌNH

NGUYỄN THỊ MI TRÀ¹, AKIHIRO KATO²

¹Trường Đại học Giao thông Vận tải, ²Công ty TNHH Taiyu Việt Nam
Email liên hệ: nguyenmitra@utc.edu.vn

Tóm tắt: Mặt đường bê tông nhựa rỗng thoát nước (BTNRTN) đã và đang được áp dụng tại một số nước trên thế giới bởi ưu điểm đó là độ thấm nước tốt. Ở Việt Nam, mặt đường này đã được thí công thí điểm trên cao tốc Cầu Giẽ - Ninh Bình và áp dụng trên tuyến cao tốc Pháp Vân - Cầu Giẽ. Bài báo phân tích một số kết quả thí nghiệm độ thấm nước đã được thực hiện trên tuyến như là một chỉ tiêu đánh giá về mặt an toàn xe chạy.

Từ khóa: Bê tông nhựa rỗng thoát nước, độ thấm nước

Abstract: The porous asphalt pavement has been applied in some countries around the world because of its high permeability. In Viet Nam, this type of pavement was piloted on Cau Gie -Ninh Binh and applied on Phap Van - Cau Gie motorway. The paper analyzes the results of permeability tests that were carried out on the route as an indicator of the road safety.

Keywords: Porous asphalt layer, permeability

Ngày nhận bài: 08/04/2019 Ngày chấp nhận đăng: 18/04/2019 Ngày nhận bài sửa: 26/4/2019

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, đường cao tốc tại Việt nam thường sử dụng các loại vật liệu tạo nhám theo công nghệ VTO, NovaChip nhằm đảm bảo xe chạy với tốc độ cao và an toàn. Tuy nhiên, công nghệ này chưa đáp ứng được vấn đề quan trọng đó là thoát nước nhanh cho mặt đường. Chính vì vậy việc nghiên cứu áp dụng lớp BTNRTN với chức năng tạo nhám và thoát nước là cần thiết trong việc nâng cao tính an toàn xe chạy và giảm thiểu tai nạn giao thông.

Từ những năm 1970 các nước trên thế giới đã bắt đầu nghiên cứu **Mặt đường bê tông nhựa rỗng thoát nước** và đưa vào sử dụng. Tại Nhật Bản, mặt đường này bắt đầu xuất hiện vào năm 1987 với đoạn thử nghiệm hiện trường đầu tiên [1]. Ở Malaysia và Thái Lan, công nghệ BTNR cũng được giới thiệu vào đầu những năm 1990 dựa theo tiêu chuẩn châu Âu. Ở Việt Nam, năm 2016 Bộ Giao thông vận tải đã ban hành chỉ dẫn tạm thời cho công nghệ này và hiện nay đang được thử nghiệm trên Cao tốc Pháp Vân - Cầu Giẽ. Trong khuôn khổ bài báo này, nhóm tác giả trình bày chủ yếu về kết quả đo độ thấm tại hiện trường của lớp BTNRTN từ đó phân tích, so sánh với một số công nghệ khác để đánh giá khả năng thoát nước cũng như về mặt an toàn.

II. MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG NHỰA RỖNG THOÁT NƯỚC

2.1. Khái niệm

Bê tông nhựa rỗng thoát nước theo [2] là loại bê tông nhựa có cấp phối cốt liệu gián đoạn, sử dụng nhựa đường cải thiện, có độ rỗng dư cao (18-22%) và được gọi tắt là BTNRTN

BTNRTN được sử dụng cho lớp trên của kết cấu áo đường có chiều dày từ 4-5cm. Nó được rải trên lớp mặt đường không thấm nước, thường là lớp bê tông nhựa chặt (BTNC) [3]. Khi trời mưa, nước sẽ thấm qua lớp BTNRTN và chảy trên bề mặt lớp BTNC để thoát ra lề đường hoặc qua hệ thống rãnh thu mà không thấm xuống lớp móng, nền phía dưới gây ảnh hưởng đến độ ổn định của kết cấu mặt đường.

2.2. Một số đặc tính của Mặt đường bê tông nhựa rỗng thoát nước

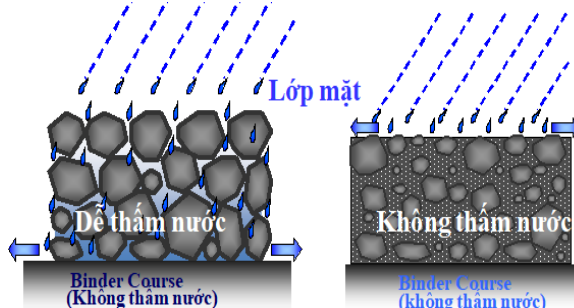
- Khả năng **thoát nước mặt nhanh** nên giảm được hiện tượng bắn bụi nước sau bánh xe chạy (hình 1).

- **Giảm tiếng ồn** gây ra giữa bánh xe và mặt đường: Điều này sẽ cải thiện môi trường hai bên đường, độ ồn giảm khoảng 3 db.

- **Tăng khả năng kháng hằn lún** do sử dụng nguyên lý đá chèn đá kết hợp với nhựa đường có độ nhớt cao. Nhựa đường 60/70 có sử dụng thêm phụ gia TAFPACK-SUPER (TPS) làm tăng nhiệt độ hóa mềm của nhựa đường.

- **Sức kháng trượt cao**, độ nhám cao nên ngăn ngừa được hiện tượng trơn trượt bánh xe

- Mặt đường Bê tông nhựa rỗng thoát nước luôn khô ráo và ít bắn nước khi mưa, cải thiện tầm nhìn, nhất là vào các đêm mưa (hình 2, hình 3). Khi nước được thoát hết khỏi bề mặt đường sẽ không còn tồn tại màng nước ngăn cách giữa bánh xe và mặt đường nên tăng tiếp xúc giữa lốp xe với mặt đường. Từ đó tăng ma sát và an toàn khi xe chạy nhất là ở tốc độ cao.



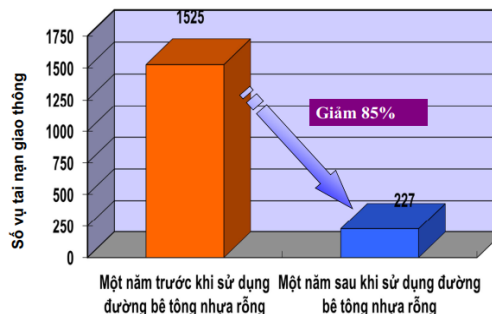
Hình 1. Đặc tính của mặt đường BTNRTN và mặt đường thông thường (Nguồn: internet)



Hình 2. Mặt đường BTNRTN vào ngày mưa (Nguồn: internet)



Hình 3. Mặt đường BTNRTN có tầm nhìn ban đêm tốt (Nguồn: internet)



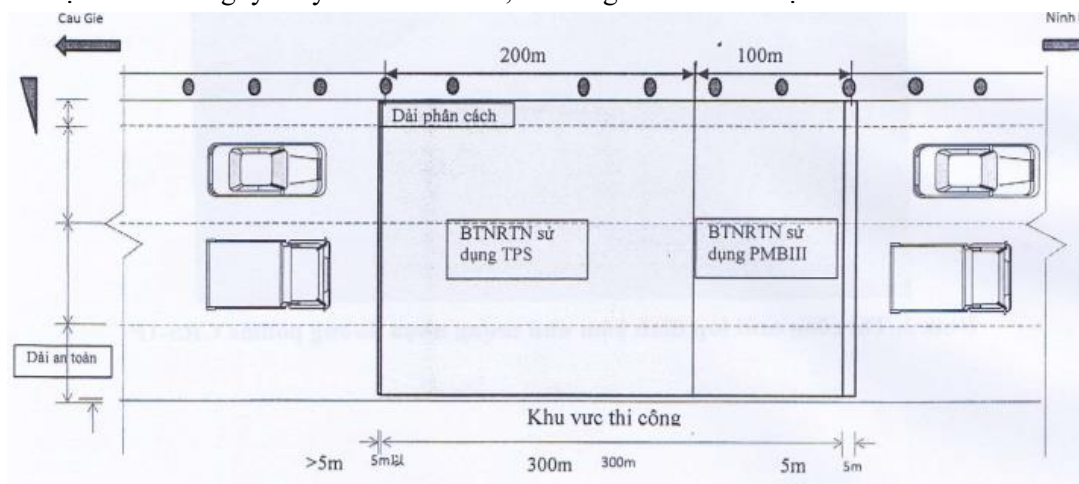
Hình 4. Tai nạn giao thông giảm khi sử dụng mặt đường BTNRTN[4]

Theo thông tin từ Viện Nghiên cứu về tai nạn giao thông và phân tích dữ liệu Nhật Bản - ITARDA [4], số vụ tai nạn giao thông trên đường cao tốc/100 triệu xe.km vào những ngày mưa đã giảm 85% so với trước khi sử dụng công nghệ mặt đường bê tông nhựa rỗng thoát nước (hình 4).

III. THỬ NGHIỆM MẶT ĐƯỜNG BTNRTN TẠI DỰ ÁN PHÁP VÂN - CẦU GIẾ VÀ KẾT QUẢ

3.1. Giới thiệu

Mặt đường BTNRTN được thi công thí điểm lần đầu tiên trên tuyến cao tốc Cầu Giẽ - Ninh Bình vào tháng 6/2014. Phạm vi thi công thí điểm (hình 5) với chiều dài 300m, từ Km216+200-Km216+500 phải tuyến, hướng Cầu Giẽ đi Ninh Bình, cả 3 làn xe (2 làn xe ô tô và 1 làn dừng xe khẩn cấp). Trong đó, đoạn 1 dài 200m sử dụng BTNRTN Dmax12,5 sử dụng nhựa đường thông thường có thêm phụ gia TAFPACK-Super (TPS), dày 5cm. Đoạn 2 dài 100m với cùng loại BTNRTN Dmax12,5 nhưng sử dụng nhựa đường cải thiện polime PMBIII, dày 5cm [4]. Công ty Phương Thành Trancosin thực hiện thi công theo [2] dưới sự hướng dẫn công nghệ của các chuyên gia Nhật Bản từ công ty Taiyu Kensetsu Co., Ltd và giám sát của Viện KH&CN GTVT.

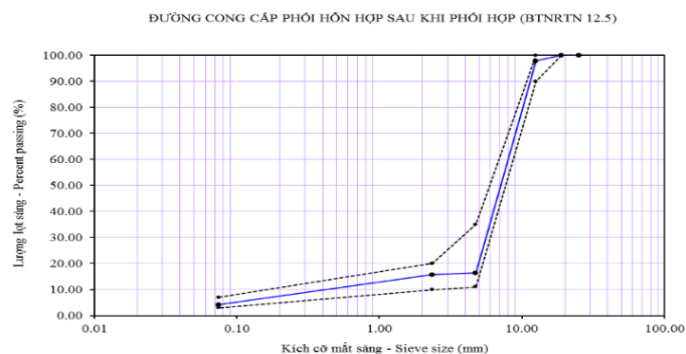


Hình 5. Vị trí khu vực thi công thí điểm

Từ tháng 6/2018 BTNRTN đã được áp dụng chính thức trên toàn tuyến cao tốc Pháp Vân - Cầu Giẽ (hình 8) với chiều dài 29km và trên cả 6 làn xe. Chiều dày lớp BTNRTN là 4cm. Đây là dự án đầu tiên tại Việt Nam áp dụng công nghệ này. Đến thời điểm hiện tại đã hoàn thành được khoảng 95% khối lượng công việc (dự kiến đầu tháng 4/2019 sẽ hoàn thành toàn bộ chiều dài tuyến).

3.2. Các chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp BTNRTN 12,5 áp dụng tại dự án

Loại BTNRTN sử dụng là BTNRTN 12,5 (sử dụng nhựa đường 60/70 + 12% phụ gia TPS) với chiều dày 4 cm. Trong đó, hàm lượng nhựa thiết kế (% khối lượng cốt liệu) là 5,04%; phụ gia TPS (TAFPACK-Super) do Công ty Taiyu - Nhật Bản cung cấp. Thành phần cấp phối hỗn hợp BTNRTN được thể hiện như hình sau:



Hình 6. Đường cong cấp phối hỗn hợp cốt liệu BTNRTN 12,5

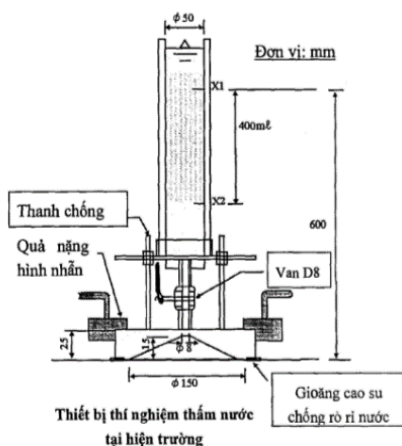
Hỗn hợp BTNRTN được thiết kế với các chỉ tiêu cơ lý như trong bảng dưới đây:

Bảng 1. Chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp BTNRTN 12,5 trong phòng

TT	Chỉ tiêu	Kết quả thí nghiệm	Quy định	Phương pháp thử
1	Độ ổn định Marshall ở 60°C (số chảy đầm 50x2), kN	6,75	$\geq 3,5$	TCVN 8860-1: 2011
2	Độ rỗng dư, %	20,13	18-22	TCVN 8860-9: 2011
3	Độ hao mòn Cantabro, %	8,46	≤ 20	ASTM D 7064
4	Tỉ lệ độ rỗng liên thông, %	14,30	≥ 13	Phụ lục B Chỉ dẫn kỹ thuật
5	Hệ số thấm trong phòng K_t , cm/s	0,402	$\geq 0,01$	Phụ lục C Chỉ dẫn kỹ thuật

3.3. Kiểm tra độ thấm nước hiện trường và kết quả

Độ thấm nước hay lượng nước thấm (ml/15s) là lượng nước chảy xuống trong 15s. Tiêu chuẩn đánh giá là 1000ml/15s theo [2]. Thí nghiệm xác định độ thấm nước ở hiện trường (hình 9) là một trong những nội dung quan trọng phục vụ cho công tác kiểm tra để nghiệm thu mặt đường BTNRTN. Mật độ thí nghiệm là 1000m²/1 vị trí. Trình tự thí nghiệm tuân thủ theo [2] như sau:



Hình 7. Thiết bị thí nghiệm thấm nước tại hiện trường

Bước 1: Vệ sinh sạch sẽ bề mặt thí nghiệm

Bước 2: Lắp gioăng cao su theo chu vi của đáy thiết bị kiểm tra thấm nước tại hiện trường (hình 7) để chống rò rỉ nước trên bề mặt tiếp xúc của thiết bị và mặt đường, sau đó đặt quả nặng lên trên bản đáy

Bước 3: Đóng van và rót nước đầy vào thiết bị

Bước 4: Mở van nước, đo bằng đồng hồ bấm giờ và ghi lại thời gian (tính bằng giây) mà mức nước trong thiết bị giảm từ X1 xuống X2

Bước 5: Lặp lại tổng cộng 3 lần thao tác ở bước 3 và 4. Mỗi lần đo cách nhau khoảng 1 phút.

Tính toán thời gian trung bình của 3 lần đo (là thời gian để 400ml nước chảy xuống, đơn vị giây). Từ đó tính được lượng nước thấm (ml/15s).

Với đoạn thi công thí điểm trên tuyến Cầu Giẽ - Ninh Bình, công tác kiểm tra độ thấm được nhóm tác giả thực hiện thường xuyên sau 1, 3, 6, 9, 12, 18, 24 và 43 tháng [3]. Đoạn thi công chính thức trên tuyến Pháp Vân-Cầu Giẽ cũng được theo dõi, kiểm tra và thí nghiệm đầy đủ. Ngoài ra, nhóm tác giả đã tiến hành đo độ thấm tại một số vị trí có lớp mặt cũ BTN chặt trên tuyến Pháp Vân - Cầu Giẽ và lớp mặt BTN tạo nhám Novachip tuyến Cầu Giẽ - Ninh Bình để so sánh với BTNRTN. Kết quả cụ thể như bảng 2.

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm thấm nước hiện trường

Vị trí kiểm tra khả năng thoát nước	Thời gian kiểm tra	Kết quả (ml/15 giây)	Tiêu chuẩn (ml/15 giây)
Thử nghiệm giai đoạn 1: BTNRTN - TPS: Km216, đoạn thí điểm trên cao tốc Cầu Giẽ - Ninh Bình thi công tháng 6/2014, phải tuyến [5]	Sau 6 tháng 12 tháng Sau 18 tháng Sau 24 tháng Sau 43 tháng	1,353 1,330 1,305 1,287 1,230 *	1,000
- BTNRTN - TPS: Km187, thi công chính thức trên cao tốc Pháp Vân - Cầu Giẽ 9/2018, trái tuyến - BTNRTN - TPS: thi công thí điểm trên cao tốc Pháp Vân - Cầu Giẽ 1/2018 [6]	Tháng 9/2018	1,463 ** 1,358*	1,000
BTN chặt: Km187 - Cao tốc Pháp Vân - Cầu Giẽ, trái tuyến (trước khi rải BTNRTN)	Tháng 9/2018	Không đo được **	
Lớp tạo nhám Novachip Km215 Cao tốc Cầu Giẽ Ninh Bình, thi công tháng 12/2015, phải tuyến	Tháng 9/2018	561 **	
Lớp tạo nhám Novachip Km216 Cao tốc Cầu Giẽ Ninh Bình, thi công tháng 12/2015, phải tuyến	Tháng 9/2018	665 **	

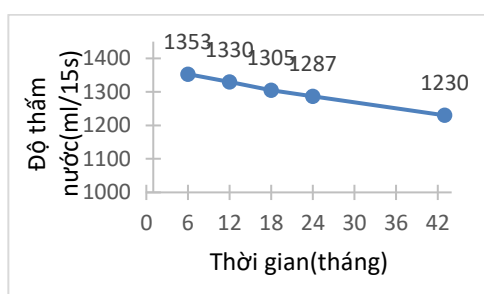
Ghi chú: * Thí nghiệm: Taiyu & Viện khoa học công nghệ GTVT (ITST) tháng 1/2018; ** Thí nghiệm: Taiyu & TCI tháng 9/2018.



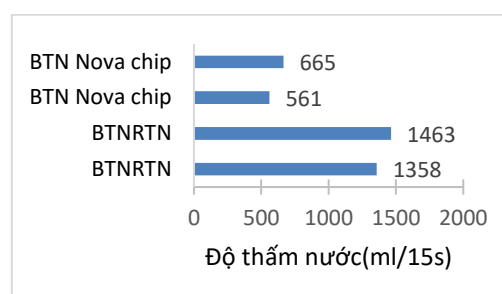
Hình 8. Thi công BTNRTN trên cao tốc Pháp Vân - Cầu Giẽ



Hình 9. Thí nghiệm thấm nước hiện trường



Hình 10. Độ thấm nước theo thời gian trên đoạn thử nghiệm



Hình 11. Độ thấm nước của BTNRTN so với BTN tạo nhám Nova chip

Hình 10 thể hiện sự thay đổi độ thấm nước trên đoạn thử nghiệm sau 43 tháng thi công. Theo thời gian, giá trị độ thấm có giảm nhẹ nhưng vẫn đạt cao hơn tiêu chuẩn (1000ml/15s). Kết quả này lớn hơn 2 lần so với BTN tạo nhám theo công nghệ Novachip (hình 11). Độ thấm của lớp BTN Novachip cũng thấp hơn nhiều so với tiêu chuẩn. Điều này đã chứng minh ưu điểm rất lớn của mặt đường BTNRTN trong việc thoát nước, tăng khả năng chống trượt, giảm tắc đường ngày mưa và giảm ngập, từ đó có thể nâng cao tính an toàn cho xe chạy.

IV. KẾT LUẬN

BTNRTN như kết quả thực nghiệm ở trên có khả năng thoát nước tốt (độ thấm hiện trường luôn đạt tiêu chuẩn >1000ml/15s) so với các lớp tạo nhám sử dụng công nghệ Novachip hay VTO trên đường cao tốc. Đây là một trong những đặc điểm cần khai thác của vật liệu này để nâng cao tính an toàn chạy xe. Để áp dụng rộng rãi BTNRTN trên mặt đường cao tốc ở Việt Nam cần tiếp tục đánh giá toàn diện về hệ số bám, sức kháng trượt, độ bằng phẳng cũng như thời hạn sử dụng và hiệu quả kinh tế.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Hiromitsu Nakanishi, Akihiro Kato, Hiroki Imai: Study on sustainable porous asphalt pavement based on 30 years' experiences in Japan & Asian country. Transport journal, 24-25th November, 2018.
- [2]. Chỉ dẫn tạm thời về thiết kế, thi công và nghiệm thu mặt đường bê tông nhựa rỗng thoát nước có sử dụng phụ gia Tackpack-Super. Số 431/QĐ-BGTVT, ngày 04/02/2016.
- [3]. Phạm Duy Hữu, Đào Văn Đông: Vật liệu xây dựng mới. Nxb Giao thông vận tải, 2009.
- [4]. Viện Phân tích dữ liệu và nghiên cứu tai nạn giao thông Nhật Bản - ITARDA
- [5]. Báo cáo kết quả “Bê tông nhựa rỗng thoát nước sử dụng nhựa đường thông thường có thêm phụ gia TACKPACK-SUPER(TPS) sau khi thi công 43 tháng”. Viện Khoa học và Công nghệ GTVT, Phòng thí nghiệm trọng điểm đường bộ I, Số 61/2018/LAS-XD105.
- [6]. Báo cáo đánh giá công tác thi công thí điểm bê tông nhựa rỗng thoát nước tại dự án Pháp Vân - Cầu Giẽ (giai đoạn 2). Số 1191/VKHCN-KHDA, ngày 05/7/2018♦

PHÂN TÍCH SỰ PHÁ HOẠI CHỌC THÙNG CỦA BẢN BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐƯỢC GIA CƯỜNG BẰNG BÊ TÔNG CỐT LƯỚI DỆT

NGUYỄN XUÂN HUY^{1,2}, LÊ MINH CƯỜNG^{1,2}, NGUYỄN THỊ NHUNG³

¹Khoa Kỹ thuật xây dựng, ²Trung tâm nghiên cứu và ứng dụng công nghệ xây dựng RACE,

³Khoa Công trình, Trường Đại học Giao thông Vận tải

Email liên hệ: nguyentuanhuy@utc.edu.vn

Tóm tắt: Bài báo phân tích ứng xử chịu chọc thủng của bản bê tông cốt thép được gia cường bằng bê tông cốt lưới dệt TRC. Bê tông cốt lưới TRC dệt được chế tạo từ hỗn hợp chất nền có nguồn gốc từ xi măng hạt mịn kết hợp với lưới dệt. Nghiên cứu thực nghiệm được tiến hành đối với hai mẫu trong đó một bản bê tông cốt thép không gia cường và một mẫu bản bê tông cốt thép gia cường bằng TRC. So sánh kết quả thực nghiệm giữa hai mẫu đã làm rõ hiệu quả của việc sử dụng TRC gia cường bản bê tông cốt thép.

Từ khóa: bản bê tông cốt thép, cốt lưới dệt, gia cường, phá hoại chọc thủng

Abstract: This paper analyses the punching behaviour of reinforced concrete slabs strengthened by TRC. The TRC composite is made up of the carbon textile and fine-grained concrete. An experimental study has been carried out on two specimens, one of which serves as the reference specimen and the other is strengthened by TRC. The results show significant effectiveness of the latter specimen as compared to the former.

Keywords: Reinforced concrete slab, textile reinforced concrete (TRC), strengthened, punching failure

Ngày nhận bài: 08/04/2019

Ngày chấp nhận đăng: 18/04/2019

Ngày nhận bài sửa: 26/4/2019

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

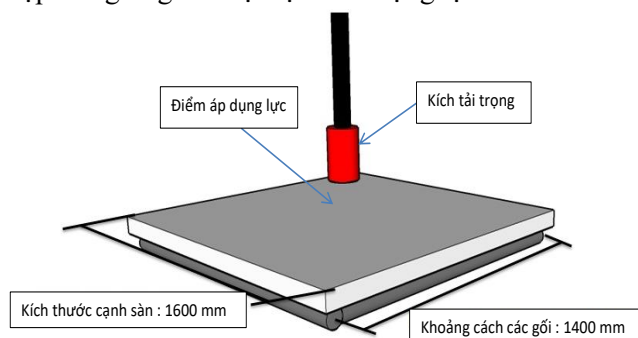
Bê tông cốt lưới dệt (Textile-Reinforced Concrete, TRC) là một thành tựu mới trong lĩnh vực xây dựng, được phát triển đầu tiên tại Đức bởi các trung tâm nghiên cứu thuộc trường Đại học Kỹ thuật Tổng hợp Dresden và trường Đại học Kỹ thuật RWTH Aachen [1]. Bê tông cốt lưới dệt gồm hai thành phần: lưới sợi dệt và bê tông hạt mịn. Lưới sợi dệt trong bê tông cốt lưới dệt được làm từ những sợi nhỏ, có nguồn gốc từ carbon hoặc thủy tinh, với chiều dài không giới hạn được bó lại thành các bó nhỏ. Bê tông hạt mịn là hỗn hợp bê tông với kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu là 1 mm. Bê tông cốt lưới dệt TRC có nhiều ưu điểm như khả năng tạo hình mỏng, nhẹ, có khả năng chịu các tác động ăn mòn, hoá học cũng như tia tử ngoại, có khả năng chống thấm tốt, làm tăng khả năng bảo vệ cốt thép khỏi bị ăn mòn. Bên cạnh đó, công nghệ thi công cũng tương đối thuận tiện với phương pháp “trát” truyền thống hoặc phương pháp phun bê tông hạt mịn. Bê tông cốt lưới dệt đặc biệt phù hợp cho việc tăng cường, sửa chữa các công trình cũ. Bê tông cốt lưới dệt có thể sử dụng để tăng cường hiệu quả các cấu kiện dầm, cột, bản, tường [2-6]. Nghiên cứu về việc sử dụng TRC trong gia cường cấu kiện bản đã được một số nhóm nghiên cứu tại Đức, Mỹ, Pháp thực hiện [7-9]. Tuy nhiên, TRC là vật liệu mới, công nghệ chế tạo đang trong giai đoạn hoàn thiện, việc khai thác sử dụng có hiệu quả loại bê tông này trong thực tế vẫn còn nhiều vấn đề đặt ra. Sự đa dạng về kích thước kết cấu, điều kiện biên, tải trọng tác dụng cũng là lý do các nghiên cứu gia cố bản bê tông cốt thép (BTCT) bằng TRC vẫn đang được tiếp tục triển

khai. Nội dung của bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm đánh giá khả năng chống chọc thủng đối với hai mẫu trong đó một mẫu bản bê tông cốt thép không gia cường và một mẫu bản bê tông cốt thép gia cường bằng TRC. So sánh kết quả thực nghiệm giữa hai mẫu đã làm rõ hiệu quả của việc sử dụng TRC gia cường bản bê tông cốt thép.

II. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

2.1. Cơ sở thiết kế thí nghiệm

Bản BTCT là cấu kiện phổ biến trong kết cấu công trình xây dựng. Dưới tác dụng của tải trọng vuông góc mặt phẳng, bản BTCT thường bị phá hoại do uốn và cắt. Đặc biệt khi chịu tải trọng tập trung, việc đánh giá khả năng kháng cắt, chống chọc thủng của bản BTCT là vấn đề rất được quan tâm do sự tập trung ứng suất tại vị trí tác dụng lực.

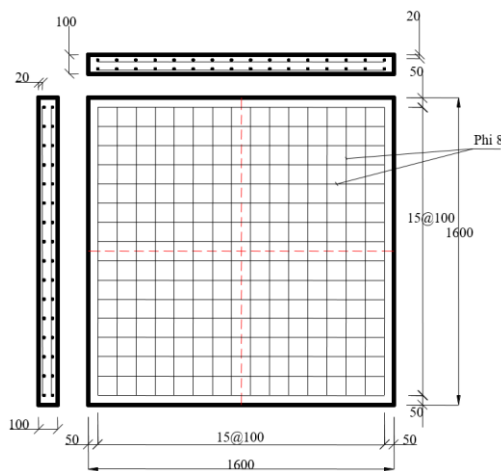


Hình 1. Sơ đồ thí nghiệm

Trên cơ sở điều kiện trang thiết bị, quy mô phòng thí nghiệm cũng như các nghiên cứu đã thực hiện [4-7], thí nghiệm được thiết kế với bản BTCT có kích thước $1600\text{mm} \times 1600\text{mm} \times 100\text{mm}$, kê bốn cạnh tại biên, chịu tải trọng tập trung ở giữa bản. Một mẫu bản không gia cường và một mẫu bản gia cường bằng TRC đã được thí nghiệm nhằm đánh giá hiệu quả việc sử dụng TRC.

2.2. Mẫu thí nghiệm

Chi tiết mẫu thí nghiệm chưa gia cường được thể hiện trên hình 2. Cốt thép gồm 2 lớp, mỗi lớp gồm các thanh thép đường kính 8 mm bố trí với khoảng cách 100 mm theo 2 phương. Lớp bê tông bảo vệ là 50 mm theo chiều rộng và dài và 20 mm theo chiều dày. Vật liệu sử dụng là bê tông thường có cường độ chịu nén 30 MPa, cốt thép gai có khả năng dính bám tốt, cường độ kéo chảy, cường độ kéo đứt lần lượt là 380 MPa và 420 MPa.



Hình 2. Mẫu thí nghiệm

Bảng 1. Các thông số thành phần chế tạo TRC

Lưới sợi		Hỗn hợp bê tông hạt mịn	
Loại sợi	AR	Cát Quartz, cỡ hạt lớn nhất	<1 mm
TEX	1200	Muội silic	Sika PP1
Đường kính sợi	19 μ m	Tro bay loại F	Phả lại
Số sợi/bó	1600	Phụ gia siêu dẻo	Sika Viscocrete 3000-20M
Kích thước lưới	3 mm x 5 mm	Xi măng PC40	Bút sơn
Cường độ của bó sợi	1102 MPa	Cường độ chịu nén	60 MPa
Mô đun đàn hồi	74000 MPa	Mô đun đàn hồi	17000 MPa

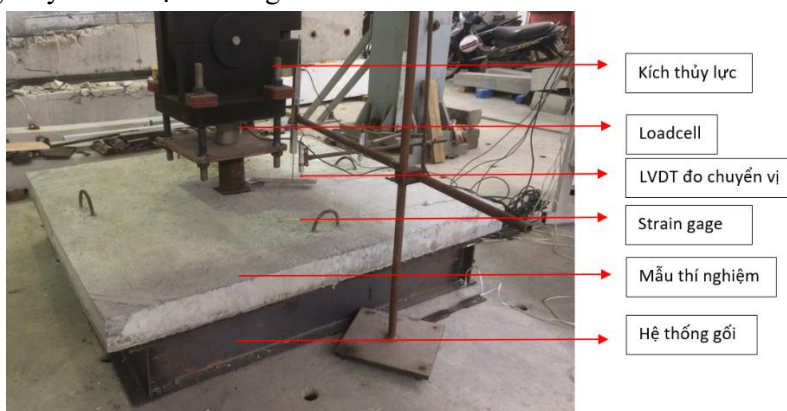
Đối với mẫu được gia cường, giải pháp sử dụng một lớp TRC trên toàn bộ mặt dưới bản được thực hiện. Một lớp TRC bao gồm 1 lưới sợi dệt nằm giữa 2 lớp bê tông hạt mịn (mỗi lớp dày 1 cm). Lưới sợi dệt thủy tinh AR nhập từ Pháp được lựa chọn với các thông số trong bảng 1. Hỗn hợp bê tông hạt mịn được chế tạo tại phòng thí nghiệm Vật liệu xây dựng trường Đại học Giao thông vận tải với các thành phần cơ bản được thể hiện tại bảng 1. Cường độ chịu kéo của tấm TRC được xác định thực nghiệm trên 6 mẫu kích thước 100 mm x 700 mm x 8 mm có giá trị trung bình là 850 MPa.



Hình 3. Quá trình gia cường bản BTCT bằng TRC

2.3. Quá trình thí nghiệm

Bản BTCT được gia tải tăng dần theo phương đứng, tại vị trí tâm bản thông qua hệ thống kích thủy lực. Tốc độ gia tải được gán 0,01 mm/s nhằm đảm bảo có thể quan sát được bằng mắt thường những thay đổi về sự hư hỏng nếu có.



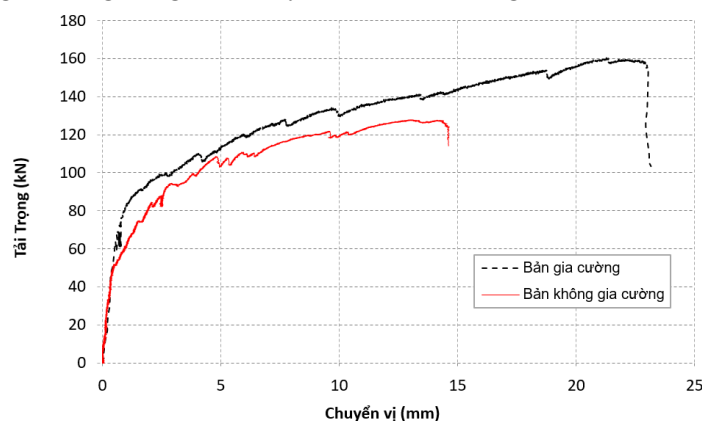
Hình 4. Bố trí thí nghiệm

Trong suốt quá trình thí nghiệm, các thiết bị đo khác nhau được sử dụng bao gồm 4 strain gages được dán trong cốt thép quanh vị trí gia tải, 3 LVDT đo chuyển vị thẳng đứng tại các vị trí khác nhau trên sàn (ngoài đầu đo sẵn có trong hệ thống kích tại vị trí gia tải). Bên cạnh đó, một loadcell đo lực được bố trí ngay dưới đầu kích nhằm xác định lực tại vị trí tác dụng.

III. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

3.1. Quan hệ lực - chuyển vị

Quan hệ giữa sức kháng và chuyển vị theo phương thẳng đứng tại vị trí tâm bản BTCT được thể hiện tại hình 5. Đối với bản BTCT không được gia cường, giá trị chuyển vị khi bản bị chọc thủng (thời điểm chuyển vị tăng đột ngột khi lực tác dụng không thay đổi) là 14,5 mm, tương ứng sức kháng 126 kN. Với việc sử dụng một lớp TRC gia cường, sức kháng của bản là 160 kN (tăng khoảng 25%). Bên cạnh đó, bản được gia cường cho thấy khả năng biến dạng (tính dẻo) hơn hẳn so với bản không gia cường khi giá trị chuyển vị lớn nhất tăng lên 22,8 mm.



Hình 5. Đường cong lực - chuyển vị

3.2. Dạng phá hoại

Dạng phá hoại cuối cùng của 2 bản BTCT được minh họa tại hình 6 và hình 7. Với bản BTCT không được gia cường, sự phát triển vết nứt hoàn toàn phù hợp với cơ sở lý thuyết cũng như những nghiên cứu trước đó. Vùng chọc thủng có dạng hình tròn, đường kính 52 cm (hình 6a), tâm ở điểm tác dụng lực. Các vết nứt hướng tâm do ứng xử uốn được phân bố đều khắp mặt dưới của bản BTCT. Bên cạnh đó, một số vết nứt dọc xuất hiện ở 4 mặt bên của bản (hình 6b).



(a)



(b)

Hình 6. Dạng phá hoại bản không gia cường

Đối với bản BTCT được gia cường, dạng phá hoại có được thể hiện ở 2 đối tượng khác nhau: bề mặt TRC và mặt dưới bản BTCT. Hình 7a thể hiện vết nứt trên bề mặt lớp TRC- gồm các vết nứt chéo đứt đoạn theo cả 2 phương. Quan sát sau thí nghiệm cho thấy lớp TRC bị bong tách so

với bản BTCT tại một số vị trí. Sau khi “bóc” lớp TRC tại các vị trí không còn sự dính bám, dạng phá hoại của mặt dưới bản BTCT (hình 7b) được lộ ra.



(a) Bề mặt TRC



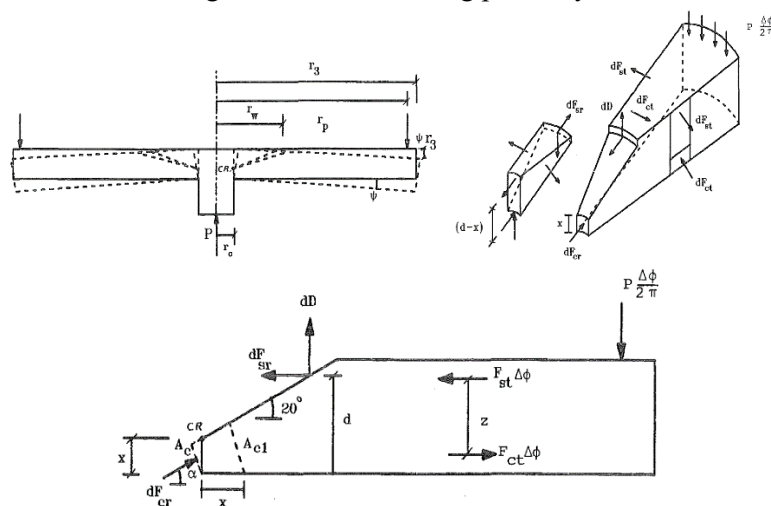
(b) Bề mặt bản BTCT sau khi bóc TRC

Hình 7. Dạng phá hoại bản gia cường bằng TRC

Về tổng thể, vùng phá hoại do chọc thủng có dạng hình ovan với chiều dài trục lớn đo được bằng 58 cm, chiều dài trục nhỏ là 49 cm. Điều này cho thấy bản gia cường có ứng xử không đối xứng theo 2 phương, có thể giải thích do lưới dệt bị dịch chuyển trong quá trình thi công. Các vết nứt uốn hướng tâm cũng như vết nứt dọc bên cạnh bản vẫn xuất hiện nhưng thưa hơn so với bản BTCT không gia cường.

IV. PHÂN TÍCH MÔ HÌNH LÝ THUYẾT

Các mô hình phân tích lý thuyết khả năng chịu chọc thủng đã được nhiều tác giả khác nhau đề xuất từ những năm 1920 cũng như đưa vào các tiêu chuẩn tính toán BTCT. Có thể kể đến một số dạng mô hình như dựa trên điều kiện cân bằng của cơ học phá hủy, mô hình thanh giàn, mô hình phá hoại vùng kéo, mô hình vết nứt tới hạn và góc xoay. Mô hình tính toán dựa trên điều kiện cân bằng của Shehata [10] được giới thiệu chi tiết trong phần này.



Hình 8. Mô hình phá hoại của Shehata [10]

Trên cơ sở quan sát sự hình thành và phát triển của vết nứt, Shehata nhận thấy vùng thấp chọc thủng được chia thành các miếng cứng xoay xung quanh chu vi cột và trục trung hòa. Mỗi

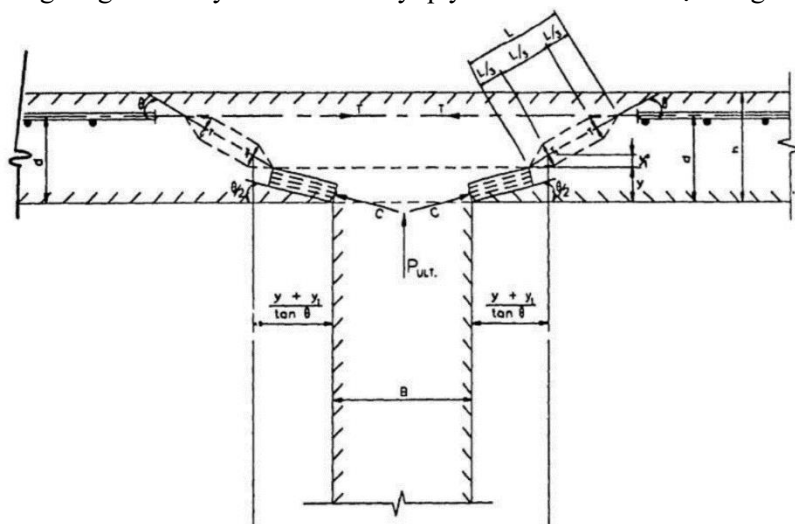
miếng cứng lại được chia trên cơ sở vết nứt hướng tâm lực và vết nứt tiếp tuyến (hình 8). Các thanh thép vuông góc với vết nứt được giả thiết đạt giới hạn chảy trước khi bản BTCT bị phá hoại do chọc thủng. Từ các giả thiết trên, Shehata đề xuất công thức xác định khả năng chống chọc thủng của bản BTCT như sau:

$$V = 2\pi.r_0.x.n_c.f'_c.\tan(\alpha/2)(500/d)^{1/3}$$

Trong đó: r_0 - bán kính tháp chọc thủng; x - khoảng cách từ chân tháp chọc thủng tới mặt dưới bản BTCT; d - khoảng cách từ thép lớp trên tới mặt dưới bản BTCT; $n_c = 1,4(2d/r_0)^{1/2}$ - hệ số trạng thái ứng suất nén ba trục của bê tông; f'_c - cường độ chịu nén của bê tông; α - góc nghiêng (tính bằng độ) của tháp chọc thủng.

Áp dụng mô hình Shehata cho bản BTCT được thí nghiệm, giá trị lực cắt chọc thủng được xác định bằng 112,8 kN.

Với bản được gia cường bằng 20 mm TRC có cường độ chịu nén là 70 MPa, có thể đơn giản tính toán bằng cách quy đổi thành bê tông sàn với tỉ lệ theo cường độ 2,33/1 (70 MPa/30 MPa). Tính gần đúng chiều dày bản BTCT tăng thêm 4,66 mm dẫn đến sức kháng cắt tăng khoảng 23%. Kết quả này khá gần với kết quả thí nghiệm (25%) trình bày ở mục 3. Điều đó cũng cho thấy sức kháng chọc thủng tăng lên chủ yếu do chiều dày quy đổi của bản đã được tăng.



Hình 9. Mô hình giàn ảo của Richard Tiller [11]

Để kiểm tra sự làm việc của lưới dệt gia cường, mô hình giàn ảo của Richard Tiller [11] được sử dụng nhằm xác định dòng lực trong bản bê tông cốt thép. Từ mô hình này, xác định được lực kéo lớn nhất đối với thanh giàn tại vị trí cốt lưới dệt do tải trọng tập trung gây ra phá hoại chọc thủng bản với một góc nghiêng $\theta = 20^\circ$ có giá trị $T = \frac{f_t L}{3} \cdot \pi \left(B + 2 \frac{(y+y_1)}{\tan \theta} \right)$; trong đó $f_t = 3 \text{ MPa}$ là

cường độ chịu kéo của bê tông, $L = 55 \text{ mm}$ là chiều dài của vết nứt nghiêng, $B = 100 \text{ mm}$ là đường kính tháp chọc thủng, $y + y_1 = 25 \text{ mm}$ (hình 9). Dựa trên các tham số xác định được từ thí nghiệm trên, lực kéo $T \approx 41 \text{ kN}$, nhỏ hơn nhiều so với khả năng chịu kéo trong một đơn vị bề rộng của lớp lưới dệt.

V. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày nghiên cứu thực nghiệm về việc sử dụng bê tông cốt lưới dệt TRC gia cường bản bê tông cốt thép. Từ phân tích kết quả thí nghiệm và lý thuyết, một số đánh giá và kết luận được đưa ra:

- Giải pháp sử dụng TRC trong việc gia cường kết cấu bản BTCT chịu chọc thủng là khả thi, giúp sức kháng cắt của bản tăng lên khoảng 25%, tăng khả năng biến dạng dẻo. Đây là điểm đáng chú ý so với tính “dòn” của vật liệu FRP trong việc gia cường kết cấu.
- Sức kháng cắt do chọc thủng của bản tăng lên phần nhiều do chiều dày tăng lên từ phần gia cường TRC. Bên cạnh đó, lưới sợi dệt cũng giúp tăng khả năng chịu kéo do nén xiên. Tuy nhiên cần có thêm các nghiên cứu sâu hơn về hàm lượng cốt lưới dệt đối với hàm lượng cốt thép trong bản BTCT.
- Quan sát thực nghiệm cho thấy mức độ phá hoại ở bản BTCT được gia cường được hạn chế đáng kể so với khi không được gia cường (số lượng vết nứt ít hơn, các vết nứt ngắn hơn).
- Trong nghiên cứu thực nghiệm được giới thiệu ở bài báo này, sự dính bám giữa TRC và bản BTCT không đồng đều trên các vị trí tiếp xúc. Vì vậy cần tiếp tục nghiên cứu sâu hơn về thành phần bê tông hạt mịn, công nghệ thi công để tăng cường khả năng dính bám.
- Cần tiếp tục thực hiện một số giải pháp gia cường cũng như sơ đồ thí nghiệm khác để có thêm cơ sở đánh giá hiệu quả của việc sử dụng TRC trong gia cường bản BTCT.

LỜI CẢM ƠN

Các tác giả trân trọng cảm ơn trường Đại học Giao thông Vận tải đã tài trợ một phần kinh phí cho nghiên cứu này trong khuôn khổ đề tài mã số T2019-CT-032.

Tài liệu tham khảo

- [1]. N. Will, Textile Reinforced Concrete- A new Composite Material Advances in Construction Materials, Springer Berlin Heidelberg, 147-156, (2007).
- [2]. R. Contamine, A. Si Larbi, P. Hamelin, “Contribution to direct tensile testing of textile reinforced concrete (TRC) composites”, Materials Science and Engineering: A; 528, pp. 8589-8598, (2011).
- [3]. P. Hamelin, “Les composites dans la construction, récentes évolutions scientifiques et technologiques en fonction du contexte socio-économique”, Sampe-Chapter France Ecole Nationale Supérieure Lyon, (2013).
- [4]. Nguyễn Huy Cường, Ngô Đăng Quang, Lê Minh Cường, Vũ Văn Hiệp, “Phân tích thực nghiệm đánh giá ứng xử chịu cắt của dầm bê tông cốt thép được tăng cường bằng bê tông cốt lưới dệt sợi các bon”, Tạp chí Khoa học GTVT, Số 56, Tháng 02, tr20-25, (2017).
- [5]. Nguyễn Huy Cường, Ngô Đăng Quang, Lê Minh Cường, “Nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm ứng xử chịu uốn của bản bê tông cốt lưới sợi”, Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải, số Đặc biệt, tr100-105, (2015).
- [6]. Nguyễn Huy Cường, Ngô Đăng Quang, Lê Minh Cường, Vũ Văn Hiệp, “Phân tích thực nghiệm đánh giá ứng xử chịu cắt của dầm bê tông cốt thép được tăng cường bằng bê tông cốt lưới dệt sợi các bon”, Tạp chí Khoa học GTVT, Số 56, Tháng 2, tr20-25, (2017).
- [7]. Bui TT, Abouri S, Limam A, NaNa WSA, Tedoldi B, Roure T. Experimental investigation of shear strength of full-scale concrete slabs subjected to concentrated loads in nuclear buildings, Engineering Structures, Vol 131, pp. 405-420, (2016).
- [8]. Gurutzeaga M, Oller E, Ribas C, Cladera A, Mari A. Influence of the longitudinal reinforcement on the shear strength of one-way concrete slabs. Mater Struct, 48(8), pp2597-612, (2015).
- [9]. L.N. Koutas, D.A. Bournas. Flexural strengthening of two-way RC slabs with textile-reinforced mortar: experimental investigation and design equations. Journal of Composite Construction, Vol 21, (2016).
- [10]. Shehata, I. A. E. M., & Regan, P. E. Punching in R.C. Slabs. Journal of Structural Engineering, 115(7), 1726-1740, (1989).
- [11]. Tiller, Richard W. Strut-and-tie model for punching shear of concrete slabs. Masters thesis, Memorial University of Newfoundland, (1995)♦

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP TỐI ƯU PHÂN TÁN CHO HỆ THỐNG ĐA TÁC TỬ BẬC HAI

TRẦN NGỌC TÚ, LÊ THỊ THÚY NGÀ

Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Giao thông Vận tải

Email liên hệ: tntu@utc.edu.vn

Tóm tắt: Trong bài báo này, vấn đề tối ưu phân tán được nghiên cứu và giải quyết dựa trên cơ sở hệ thống đa tác tử liên tục bậc hai. Thuật toán tối ưu phân tán đưa ra trong bài báo này là chỉ sử dụng sự truyền/nhận thông tin từ thông tin vị trí của mỗi tác tử (agent) đến các hàng xóm của nó mà không cần truyền/nhận cả hai thông tin vị trí và tốc độ. Điều này sẽ góp phần làm giảm băng thông và chi phí truyền tin trong hệ thống đa tác tử mà các nhà nghiên cứu hiện nay đã và đang nghiên cứu để tìm ra các giải pháp khi nghiên cứu bài toán điều khiển phân tán cho hệ thống đa tác tử. Trên cơ sở phân tích và thiết kế hàm số Lyapunov tác giả đã tìm ra được các thông số cho bộ điều khiển mà bài báo đưa ra. Ngoài ra để tăng thêm tính đúng đắn cho kết quả đưa ra, trên cơ sở phần mềm Matlab tác giả cũng đưa ra một ví dụ mô phỏng thực tế.

Từ khóa: Hệ thống đa tác tử bậc hai; tối ưu phân tán; hàm số Lyapunov; thuật toán gradient.

Abstract: In this paper, the problem of distributed optimization has been investigated and solved by the second-order multi-agent system. The distributed optimization algorithm proposed here merely uses the transmission/reception of information from each agent's location to its neighbors without transmitting/receiving information on both location and speed. This will contribute to reducing the bandwidth and communication costs in the multi-agent system that researchers have now been studying to find solutions to the distributed control problem for the multi-agent system. Based on the analysis and design of Lyapunov function, the authors have found the parameters for the given controller. Besides, to enhance the correctness of the results, an example of actual simulation has also been presented using Matlab.

Keywords: Second-order multi-agent system; distributed optimization; Lyapunov function; gradient algorithm.

Ngày nhận bài: 03/04/2019

Ngày chấp nhận đăng: 18/04/2019

Ngày nhận bài sửa: 26/4/2019

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây vấn đề tối ưu phân tán đối với hệ thống đa tác tử đã nhận được nhiều sự quan tâm của các nhà nghiên cứu trong và ngoài nước vì những ứng dụng của chúng trong nhiều lĩnh vực. Ví dụ: Tối ưu phân tán nguồn tài nguyên [1], sự ước lượng phân tán [2] và nhiều lĩnh vực khác [4]. Đặc biệt gần đây những thuật toán tối ưu phân tán cũng được áp dụng để giải quyết các vấn đề phân tán ngẫu nhiên và tối ưu hóa lượng tiêu thụ điện năng trong mạng lưới

điện [5, 6]. Do đó một trong những nhiệm vụ quan trọng của nghiên cứu trong hệ thống đa tác tử là làm thế nào có thể thiết kế một thuật toán tối ưu phân tán để toàn bộ một nhóm tác tử (agent) có thể đi đến hội tụ tại điểm tối ưu của bài toán tối ưu hóa trên cơ sở chia sẻ thông tin của các tác tử trên một đồ thị có hướng hoặc vô hướng.

Trên cơ sở ý tưởng này, hiện có rất nhiều công trình đã nghiên cứu và đưa ra những thuật toán tối ưu phân tán để giải quyết bài toán tối ưu hóa trên cơ sở hệ thống đa tác tử bậc một. Ví dụ trong [7, 8], các tác giả đã đưa ra các thuật toán tối ưu phân tán với sự truyền nhận/thông tin giữa các tác tử theo sự kiện thời gian hoặc rời rạc hóa theo một chu kỳ nhất định trên đồ thị có hướng. Những tác giả trong [9] đã đưa ra những thuật toán tối ưu phân tán để giải quyết bài toán tối ưu với sự xuất hiện của nhiễu. Gần đây, trên cơ sở [7-9] chính bản thân tác giả cũng đã đưa ra thuật toán tối ưu phân tán để giải quyết bài toán tối ưu trên cơ sở hệ thống đa tác tử bậc một có sự xuất hiện của nhiễu và sự trễ truyền/nhận giữa các tác tử.

Hơn nữa, trong thực tế có rất nhiều các hệ thống cơ khí đòi hỏi về sự điều chỉnh gia tốc nhiều hơn là sự đòi hỏi về điều chỉnh tốc độ, điều này có nghĩa là các hệ thống bậc 1 sẽ không đáp ứng được yêu cầu của những hệ thống này. Do đó, những mô hình hệ thống động học bậc hai nhận được sự quan tâm rất nhiều từ các nhà nghiên cứu trong và ngoài nước, đặc biệt trong vấn đề nghiên cứu giải quyết vấn đề tối ưu phân tán cho các hệ thống đa tác tử. Xuất phát từ nhu cầu thực tiễn trên, một số nhà nghiên cứu đã đề xuất một số thuật toán tối ưu phân tán để giải quyết bài toán tối ưu phân tán cho hệ thống đa tác tử bậc hai và thu được một số kết quả rất quan trọng [11-14]. Thêm nữa, dựa trên cơ sở các công trình trên, chính bản thân tác giả cũng đã đưa ra những thuật toán tối ưu phân tán để giải quyết bài toán tối ưu trên cơ sở hệ thống đa tác tử bậc hai có và không có sự xuất hiện của nhiễu, trễ thời gian truyền/nhận [15-17]. Mặc dù các công trình trên đã đưa ra các thuật toán tối ưu phân tán bậc hai và đã thu được những kết quả có giá trị. Tuy nhiên, trong các thuật toán đưa ra ở trên thì các tác giả đều giả thiết rằng mỗi tác tử có thể giành được cả hai thông tin vị trí và thông tin tốc độ của chính bản thân nó và hàng xóm của nó. Nhưng trong thực tế mối quan hệ giữa thông tin tốc độ của mỗi tác tử giành được khó khăn hơn so với quan hệ vị trí. Từ quan điểm này, trong bài báo này tác giả đề xuất một thuật toán chỉ sử dụng sự truyền/nhận thông tin từ thông tin vị trí của mỗi tác tử đến các hàng xóm của nó mà không cần truyền/nhận cả hai thông tin vị trí và thông tin tốc độ. Điều này sẽ góp phần giảm băng thông và các chi phí truyền/nhận thông tin trong hệ thống đa tác tử.

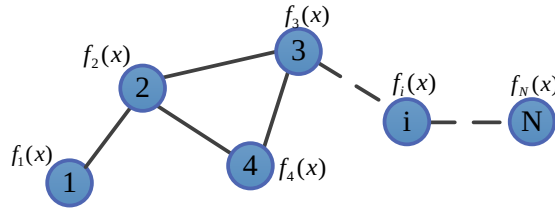
II. BÀI TOÁN TỐI ƯU

Xét một hệ thống đa tác tử bao gồm N tác tử tác động cục bộ qua lại với nhau thông qua đồ thị vô hướng G để hợp tác giải quyết bài toán tối ưu hóa lồi không có ràng buộc của các hàm mục tiêu sau đây:

$$\min f(x) = \sum_{i=1}^N f_i(x), x \in \mathbb{R}^n \quad (1)$$

trong đó: $f_i(x): \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ là hàm mục tiêu của tác tử thứ i và nó chỉ biết bởi tác tử thứ i .

$f(x)$ được định nghĩa như là một tổng của $f_i(\cdot), x \in \mathbb{R}^n$. Hình 1 là một ví dụ minh họa của một mô hình với đồ thị liên thông của N tác tử.



Hình 1. Ví dụ minh họa của một mô hình với đồ thị liên thông của N tác tử.
Mỗi một tác tử có một hàm mục tiêu cục bộ

Giả sử rằng mỗi tác tử i được biểu diễn như một hệ thống liên tục bậc hai như sau:

$$\begin{cases} \dot{x}_i(t) = v_i(t), \\ \dot{v}_i(t) = u_i(t), i = 1, 2, \dots, N, \end{cases} \quad (2)$$

trong đó: $x_i(t), v_i(t) \in \mathbb{R}^n$ là vị trí và tốc độ của tác tử thứ i , $u_i(t) \in \mathbb{R}^n$ là tín hiệu vào điều khiển của tác tử thứ i . Trong hệ thống (2) trên đồ thị vô hướng thì mỗi tác tử sẽ được ấn định với một và chỉ một hàm mục tiêu thành phần. Mục tiêu của chúng ta là phải thiết kế bộ điều khiển $u_i(t)$ làm cho tất cả các tác tử hội tụ đến nghiệm tối ưu của bài toán tối ưu (1). Do đó, vấn đề cần giải quyết được thiết lập theo định nghĩa sau đây:

Định nghĩa: Bài toán tối ưu (1) sẽ được giải quyết trên cơ sở hệ thống đa tác tử bậc 2 (2) thông qua thuật toán điều khiển $u_i(t)$ nếu (a) $\lim_{t \rightarrow \infty} x_i(t) = x^*$, (b) $\lim_{t \rightarrow \infty} v_i(t) = 0, \forall i \in \mathcal{V}$, trong đó $x^* \triangleq \arg \min_{x \in \mathbb{R}^n} f(x)$.

Từ định nghĩa này, chúng ta chỉ cần đưa ra thuật toán phân tán làm sao tất cả các thông tin vị trí x của các tác tử sau một khoảng thời gian hữu hạn sẽ hội tụ tại điểm tối ưu của bài toán tối ưu, còn các thông tin tốc độ v của tất cả các tác tử sẽ hội tụ về 0. Đây cũng chính là mục tiêu của bài toán này.

Để thuận tiện cho quá trình chứng minh thuật toán, phần tiếp theo tác giả sẽ trình bày bổ đề về đồ thị vô hướng và một vài giả thiết về đồ thị vô hướng và hàm số lồi.

Bổ đề: Nếu đồ thị $\mathcal{G}$ đã liên thông, thì ma trận Laplacian L có các tính chất sau đây:

- 0 là một giá trị riêng của L và tất cả các giá trị riêng khác là dương.
- $\lambda_1 = 0$ và $1_N = [1, 1, \dots, 1]^T \in \mathbb{R}^N$ là véc tơ riêng của L và $0 = \lambda_1 < \lambda_2 \leq \dots \leq \lambda_N$.
- Vì đồ thị $\mathcal{G}$ là vô hướng nên L là một ma trận đối xứng. Do đó ta có $1_N^T L = 0$.

Giả thiết 1: Giả sử rằng đồ thị vô hướng $\mathcal{G} = \{\mathcal{V}, \mathcal{E}\}$ là liên thông.

Giả thiết 2: Tất cả các hàm mục tiêu thành phần $f_i(\cdot), i \in \mathcal{V}$ là các hàm số khả vi và m_i - lồi

manh, các gradient $\nabla f_i(\cdot)$ là ω_i -Lipschitz trên $\mathbb{R}^n$ với $m_i > 0$ và $\omega_i > 0$ là những hằng số.

Với giả thiết 2 tất cả các hàm mục tiêu $f_i(\cdot)$ là lồi mạnh, do đó bài toán tối ưu (1) chỉ có 1 nghiệm tối ưu duy nhất là $x^* \in \arg \min_{x \in \mathbb{R}^n} f(x)$, $-\infty < x^* < +\infty$.

III. THUẬT TOÁN TỐI ƯU PHÂN TÁN CHO HỆ THỐNG ĐA TÁC TỬ

3.1. Thiết kế thuật toán tối ưu phân tán

Trong phần này, tác giả sẽ trình bày thuật toán điều khiển $u_i(t)$ cho hệ thống đa tác tử bậc 2 để giải quyết bài toán tối ưu (1) trên đồ thị vô hướng G.

Trên cơ sở các thuật toán [11-17], trong bài báo này, chúng tôi đề xuất thuật toán tối ưu phân tán cho mỗi tác tử thứ i trong hệ thống đa tác tử như sau:

$$\begin{cases} u_i(t) = -k\dot{x}_i(t) - \alpha \nabla f_i(x_i(t)) - \gamma_i(t), \\ \dot{\gamma}_i(t) = \beta \sum_{j \in N_i} a_{ij}(x_i(t) - x_j(t)), \end{cases} \quad (3)$$

trong đó, $k > 0, \alpha > 0, \beta > 0$ là những tham số của bộ điều khiển sẽ được thiết kế, $\gamma_i(t)$ là biến trạng thái phụ của tác tử thứ i, a_{ij} là phần tử của ma trận kề.

Nhận xét: Trong thuật toán tối ưu phân tán (3) chỉ sử dụng sự truyền/nhận thông tin từ thông tin vị trí của mỗi tác tử đến các hàng xóm của nó mà không cần truyền/nhận cả hai thông tin vị trí và thông tin tốc độ. Điều này là hoàn toàn khác biệt và cải tiến hơn hẳn so với các thuật toán hiện tại.

Kết hợp (2) và (3), ta thu được hệ thống kín như sau:

$$\begin{cases} \dot{x}_i(t) = v_i(t), \\ \dot{v}_i(t) = -kv_i(t) - \alpha \nabla f_i(x_i(t)) - \gamma_i(t), \\ \dot{\gamma}_i(t) = \beta \sum_{j \in N_i} a_{ij}(x_i(t) - x_j(t)). \end{cases} \quad (4)$$

Theo định nghĩa của ma trận Laplacian L, (4) có thể viết lại như sau:

$$\begin{cases} \dot{X}(t) = V(t), \\ \dot{V}(t) = -kV(t) - \alpha \nabla g(X(t)) - \Gamma(t), \\ \dot{\Gamma}(t) = \beta(L \otimes I_n)X(t), \end{cases} \quad (5)$$

Trong đó, $X(t) = (x_1^T(t), \dots, x_N^T(t))^T$, $V(t) = (v_1^T(t), \dots, v_N^T(t))^T$, $\Gamma(t) = (\gamma_1^T(t), \dots, \gamma_N^T(t))^T$ và $g(X(t)) = \sum_{i=1}^N f_i(x_i(t))$. Phần tiếp theo sẽ phân tích sự hội tụ của thuật toán và đưa ra một tiêu

chuẩn để tìm giải pháp tối ưu (1) trên cơ sở hệ thống đa tác tử (2). Đặt ε là số thực dương tùy ý. Chúng ta có định lý như sau:

Định lý: Giả sử giả thiết 1 và 2 tồn tại. Nếu tồn tại các điều kiện $k, \alpha, \beta > 0$ làm cho $k > \max\{1 + \beta\lambda_N(L), 1 + \frac{\alpha\omega}{4\varepsilon}\}$ và $\alpha m - \beta\lambda_N(L) - \alpha\omega\varepsilon > 0$ thì bài toán tối ưu (1) với hệ thống đa tác tử bậc hai (2) sẽ được giải quyết thông qua thuật toán tối ưu phân tán (3) với các điều kiện đầu $x_i(0), v_i(0), \gamma_i(0) \in \mathbb{R}^n$ thỏa mãn $\sum_{i=1}^N \gamma_i(0) = 0$, trong đó, $m = \min\{m_1, m_2, \dots, m_N\}$ và $\omega = \max\{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N\}$, tức là $\lim_{t \rightarrow \infty} x_i(t) = x^*, \lim_{t \rightarrow \infty} \dot{x}_i(t) = 0$, cho tất cả $i \in \mathcal{V}$, trong đó $x^* \triangleq \arg \min_{x \in \mathbb{R}^n} f(x)$.

3.2. Chứng minh sự hội tụ của thuật toán

Trong phần này sẽ chứng minh sự hội tụ của thuật toán tại điểm tối ưu của bài toán tối ưu nếu các điều kiện đưa ra trong Định lý được thỏa mãn bằng phương pháp thiết kế hàm số Lyapunov.

Điểm cân bằng (X^*, V^*, Γ^*) của hệ thống (5) có thể thu được bằng cách cho đạo hàm của nó là 0.

$$\begin{cases} V^* = 0, \\ \Gamma^* + \alpha \nabla g(X^*) = 0, \\ (L \otimes I_n)X^* = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Từ $\mathcal{G}$ giả thiết là đã được liên thông. Trên cơ sở bổ đề, chúng ta có $\text{rank}(L) = N - 1$ và không gian rỗng của ma trận Laplacian L là 1_N , điều này sẽ tồn tại một vector $\phi \in \mathbb{R}^n$. như vậy

$X^* = 1_N \otimes \phi$. Từ $1_N^T L = 0$ và (4), ta có $\sum_{i=1}^N \dot{\gamma}_i = 0$, điều này bao hàm $\sum_{i=1}^N \gamma_i(t) = \sum_{i=1}^N \gamma_i(0) = 0, \forall t \geq 0$. Từ kết quả này và kết hợp với (6), ta thu được $\nabla f(\phi) = -\frac{1}{\alpha}(1_N \otimes I_n)^T \Gamma^* = 0$, điều này bao hàm $\phi = x^*$.

Đặt $\tilde{X}(t) = X(t) - X^*, \tilde{V}(t) = V(t) - V^*, \tilde{\Gamma}(t) = \Gamma(t) - \Gamma^*$, ta có:

$$\begin{cases} \dot{\tilde{X}}(t) = \tilde{V}(t), \\ \dot{\tilde{V}}(t) = -k\tilde{V}(t) - \alpha\delta(t) - \tilde{\Gamma}(t), \\ \dot{\tilde{\Gamma}}(t) = \beta(L \otimes I_n)\tilde{X}(t), \end{cases} \quad (7)$$

trong đó, $\delta(t) = \nabla g(\tilde{X}(t) + X^*) - \nabla g(X^*)$. Đặt $U = (r, R)$, như vậy $U^T L U = \text{diag}(\lambda_1(L), \lambda_2(L), \dots, \lambda_N(L))$ trong đó:

$$\begin{cases} r = \frac{1_N}{\sqrt{N}}, R \in \mathbb{R}^{N \times (N-1)}, \\ 1_N^T R = 0_{N-1}, R^T R = I_{N-1}, \end{cases}$$

và thỏa mãn $U^T U = I_N$. Ở đây U là ma trận trực giao. Với sự biến đổi ma trận trực giao, $\hat{X}(t) = (R^T \otimes I_n) \tilde{X}(t)$, $\hat{V}(t) = (R^T \otimes I_n) \tilde{V}(t)$, $\hat{\Gamma}(t) = (R^T \otimes I_n) \tilde{\Gamma}(t)$, hệ thống (7) có thể biến đổi thành như sau:

$$\begin{cases} \dot{\hat{X}}_1(t) = \hat{V}_1(t), \\ \dot{\hat{V}}_1(t) = -k\hat{V}_1(t) - \alpha(r_1^T \otimes I_n)\delta(t), \\ \dot{\hat{\Gamma}}_1(t) = 0, \end{cases} \quad (8)$$

và:

$$\begin{cases} \dot{\hat{X}}_{2:N}(t) = \hat{V}_{2:N}(t), \\ \dot{\hat{V}}_{2:N}(t) = -k\hat{V}_{2:N}(t) - \alpha(R_2^T \otimes I_n)\delta(t) - \hat{\Gamma}_{2:N}(t), \\ \dot{\hat{\Gamma}}_{2:N}(t) = \beta(R_2^T L R_2 \otimes I_n)\hat{X}_{2:N}(t), \end{cases} \quad (9)$$

trong đó, $\hat{X}_1(t), \hat{V}_1(t), \hat{\Gamma}_1(t) \in \mathbb{R}^n$ và $\hat{X}_{2:N}(t), \hat{V}_{2:N}(t), \hat{\Gamma}_{2:N}(t) \in \mathbb{R}^{(N-1)n}$,

với $\hat{X}(t) = (\hat{X}_1^T(t), \hat{X}_{2:N}^T(t))^T$, $\hat{V}(t) = (\hat{V}_1^T(t), \hat{V}_{2:N}^T(t))^T$, $\hat{\Gamma}(t) = (\hat{\Gamma}_1^T(t), \hat{\Gamma}_{2:N}^T(t))^T$.

Cấu trúc hàm số Lyapunov có thể đặt như sau:

$$V(t) = V_1(t) + V_2(t), \quad (10)$$

trong đó,
$$V_1(t) = \frac{1}{2} k \hat{X}_1^T(t) \hat{X}_1(t) + \hat{X}_1^T(t) \hat{V}_1(t) + \frac{1}{2} \hat{V}_1^T(t) \hat{V}_1(t), \quad (11)$$

$$\begin{aligned} V_2(t) = & \frac{1}{2} k \hat{X}_{2:N}^T(t) \hat{X}_{2:N}(t) + \hat{X}_{2:N}^T(t) \hat{V}_{2:N}(t) + \frac{1}{2} \hat{V}_{2:N}^T(t) \hat{V}_{2:N}(t) + \hat{X}_{2:N}^T(t) \hat{\Gamma}_{2:N}(t) \\ & + \frac{1}{2\beta} \hat{\Gamma}_{2:N}^T(t) ((R_2^T L R_2)^{-1} \otimes I_n) \hat{\Gamma}_{2:N}(t). \end{aligned} \quad (12)$$

Chú ý rằng $V_1(t) > 0$ nếu $k > 1$ và $V_2(t) > 0$ nếu $k > 1 + \beta \lambda_N(L)$, trong đó $\lambda_N(L)$ là giá trị riêng lớn nhất của ma trận L . Từ những điều kiện này, ta có $V(t) = V_1(t) + V_2(t) > 0$.

Lấy đạo hàm $V_1(t)$ và $V_2(t)$ theo thời gian đồng thời thay thế (8), (9) ta có:

$$\dot{V}_1(t) = -(k-1)\hat{V}_1^T(t)\hat{V}_1(t) - \alpha(\hat{X}_1^T(t) + \hat{V}_1^T(t))(r_1^T \otimes I_n)\delta(t) \quad (13)$$

và:

$$\begin{aligned} \dot{V}_2(t) = & -(k-1)\hat{V}_{2:N}^T(t)\hat{V}_{2:N}(t) - \alpha(\hat{X}_{2:N}^T(t) + \hat{V}_{2:N}^T(t))(R_2^T \otimes I_n)\delta(t) \\ & + \beta \hat{X}_{2:N}^T(t)(R_2^T L R_2 \otimes I_n)\hat{X}_{2:N}(t). \end{aligned} \quad (14)$$

Vậy, đạo hàm theo thời gian của $V(t)(\hat{X}(t), \hat{V}(t), \hat{\Gamma}_{2:N}(t))$ thu được như sau:

$$\dot{V}(t) = -(k-1)\hat{V}^T(t)\hat{V}(t) - \alpha(\tilde{X}(t) + \tilde{V}(t))^T \delta(t) + \beta \tilde{X}^T(t)(L \otimes I_n) \tilde{X}(t). \quad (15)$$

Từ $R = (r_1, R_2)$ là ma trận trực giao, điều này bao hàm rằng $\|\hat{X}(t)\|^2 = \|\tilde{X}(t)\|^2$ và $\|\hat{V}(t)\|^2 = \|\tilde{V}(t)\|^2$, ta có:

$$\dot{V}(t) \leq -(k-1)\hat{V}^T(t)\hat{V}(t) - \alpha(\tilde{X}(t) + \tilde{V}(t))^T \delta(t) + \beta \lambda_N(L) \|\hat{X}(t)\|^2. \quad (16)$$

Theo giả thiết 2, ta có:

$$\begin{aligned} -\alpha \tilde{X}^T(t) \delta(t) &= -\alpha \sum_{i=1}^N \tilde{x}_i^T(t) (\nabla f_i(\tilde{x}_i(t) + x^*) - \nabla f_i(x^*)) \\ &\leq -\alpha m \sum_{i=1}^N \tilde{x}_i^T(t) \tilde{x}_i(t) = -\alpha m \|\tilde{X}(t)\|^2 = -\alpha m \|\hat{X}(t)\|^2, \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} -\alpha \tilde{V}^T(t) \delta(t) &\leq \alpha \omega \sum_{i=1}^N \tilde{V}_i^T(t) \tilde{x}_i(t) \\ \text{và:} \quad &\leq \frac{\alpha \omega}{4\varepsilon} \|\tilde{V}(t)\|^2 + \alpha \omega \varepsilon \|\tilde{X}(t)\|^2 = \frac{\alpha \omega}{4\varepsilon} \|\hat{V}(t)\|^2 + \alpha \omega \varepsilon \|\hat{X}(t)\|^2, \end{aligned} \quad (18)$$

trong đó $m = \min\{m_1, m_2, \dots, m_n\}$, $\omega = \max\{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n\}$ và $\varepsilon > 0$. Theo sự phân tích ở trên ta có:

$$\begin{aligned} \dot{V}(t) &\leq -(k-1)\hat{V}^T(t)\hat{V}(t) - \alpha m \|\hat{X}(t)\|^2 + \beta \lambda_N(L) \|\hat{X}(t)\|^2 \\ &\quad + \frac{\alpha \omega}{4\varepsilon} \|\hat{V}(t)\|^2 + \alpha \omega \varepsilon \|\hat{X}(t)\|^2 \\ &\leq -(k-1 - \frac{\alpha \omega}{4\varepsilon}) \|\hat{V}(t)\|^2 - (\alpha m - \beta \lambda_N(L) - \alpha \omega \varepsilon) \|\hat{X}(t)\|^2. \end{aligned} \quad (19)$$

Từ $k-1 - \frac{\alpha \omega}{4\varepsilon} > 0$ và $\alpha m - \beta \lambda_N(L) - \alpha \omega \varepsilon > 0$, ta có $\dot{V}(t) \leq 0$. Theo nguyên lý cân bằng của LaSalle, nghiệm của các phương trình (8), (9) sẽ hội tụ tại tập lớn bất biến $E = \{\hat{X}(t), \hat{V}(t), \hat{\Gamma}(t) \in \mathbb{R}^{Nn} \mid \hat{X}(t) = \mathbf{0}, \hat{V}(t) = \mathbf{0}, \hat{\Gamma}(t) = \mathbf{0}\}$, Tức là $\lim_{t \rightarrow \infty} \tilde{X}(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} \tilde{V}(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} \tilde{\Gamma}(t) = \mathbf{0}$. Do vậy, $\lim_{t \rightarrow \infty} X(t) = X^*$, $\lim_{t \rightarrow \infty} \dot{X}(t) = \mathbf{0}$. Do đó, chúng ta có thể kết luận rằng, bài toán tối ưu (1) có thể thu được bởi hệ thống đa tác tử (2) thông qua thuật toán tối ưu phân tán (3).

3.3. Mô phỏng và đánh giá kết quả của thuật toán

Trong phần này một ví dụ minh họa sẽ được trình bày để kiểm tra tính hiệu quả của thuật toán đưa ra. Xét một hệ thống đa tác tử bậc hai với 5 tác tử cùng với 5 hàm số lỗi như sau:

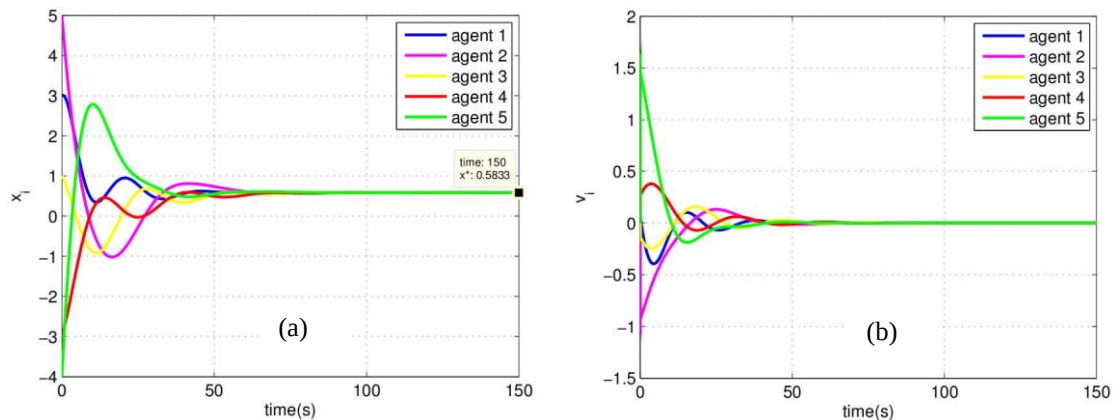
$$f_1 = (x-4)^2 + x, f_2 = (x+2)^2, f_3 = x^2 + 1, f_4 = (x+1)^2 + 3, f_5 = 2(x-1)^2 - 2x.$$

Trên cơ sở tính chất của hàm số lồi và gradient của các hàm mục tiêu, ta có thể dễ dàng tính toán được $m=2$ và $\omega=4$. Ma trận Laplacian L của đồ thị truyền/nhận thông tin được định nghĩa như sau:

$$L = \begin{pmatrix} 7 & -2 & -1 & 0 & -4 \\ -2 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 4 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & -3 & 3 & 0 \\ -4 & 0 & 0 & 0 & 4 \end{pmatrix}.$$

Từ ma trận trên ta tính toán được giá trị riêng lớn nhất của L là $\lambda_N = 10.2464$. Chọn $\varepsilon = 0.15$, $\beta = 1$, $\alpha = 8$, $k = 120$, là thỏa mãn $k > \max\{1 + \beta\lambda_N(L), 1 + \frac{\alpha\omega}{4\varepsilon}\}$ và $\alpha m - \beta\lambda_N(L) - \alpha\omega\varepsilon > 0$. Do vậy, bài toán tối ưu (1) có thể được giải quyết với các điều kiện đầu thỏa mãn $\gamma_i(0) = 0, (i = 1, 2, 3, \dots, 5)$.

Hình 2a thể hiện rằng 5 tác tử cuối cùng hội tụ đến điểm 0.5833, điểm này chính là điểm tối ưu hóa của hàm mục tiêu tổng $f(x) = \sum_{i=1}^5 f_i(x)$. Hình 2b thể hiện rằng 5 tác tử cũng hội tụ về 0 dưới thuật toán tối ưu phân tán (3).



Hình 2. Quỹ đạo trạng thái x_i, v_i của 5 tác tử dưới thuật toán tối ưu phân tán (3), $i = 1, 2, 3, 4, 5$

Kết hợp giữa mặt toán học và kết quả mô phỏng cho thấy thuật toán tối ưu phân tán mà bài báo đã đưa ra đã giải quyết hoàn toàn chính xác bài toán tối ưu đã đặt ra.

IV. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, bài toán tối ưu đã được giải quyết trên cơ sở hệ thống đa tác tử bậc 2 thông qua thuật toán điều khiển tối ưu phân tán chỉ sử dụng sự truyền/nhận thông tin từ thông tin vị trí của mỗi tác tử đến các hàng xóm của nó mà không cần truyền/nhận cả hai thông tin vị trí và thông tin tốc độ. Kết quả mô phỏng cho thấy thuật toán điều khiển đã đưa ra hoàn toàn giải quyết

được mục tiêu của bài toán đưa ra.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Madan, R., Lall, S. Distributed algorithms for maximum lifetime routing in wireless sensor networks, IEEE Trans. Wirel. Commun., 2006, 5, (8), pp.2185-2193.
- [2]. Ribeiro, A., Giannakis, G.B. Bandwidth-constrained distributed estimation for wireless sensor networks - part II: unknown probability density function, IEEE Trans. Signal Process., 2006, 54, (7), pp. 2784-2796.
- [3]. Zhang, Y., Lou, Y., Hong, Y., et al. Distributed projection-based algorithms for source localization in wireless sensor networks, IEEE Trans. Wirel. Commun., 2015, 14, (6), pp. 3131-3142.
- [4]. Zhou, B., Liao, X., Huang, T., et al. Distributed multi-agent optimization with inequality constraints and random projections, Neurocomputing, 2016, 197, pp. 195-204.
- [5]. He, X., Ho, D.W.C., Huang, T., et al. Second-order continuous-time algorithms for economic power dispatch in smart grids, IEEE Trans. Syst. Man Cybern., Syst., 2017, Available at <http://doi.org/10.1109/TSMC.2017.2672205>.
- [6]. Li, C., Yu, X., Yu, W., et al. Distributed event-triggered scheme for economic dispatch in smart grids, IEEE Trans. Ind. Inf., 2016, 12, (5), pp.1775-1785.
- [7]. Fu, Z., He, X., Huang, T., et al. A distributed continuous time consensus algorithm for maximize social welfare in micro grid, J. Franklin Inst., 2016,353, (15), pp. 3966-3984.
- [8]. Kia, S.S., Cortés, J., Martínez, S. Periodic and event-triggered communication for distributed continuous-time convex optimization. American Control Conf., 2014, pp. 5010-5015.
- [9]. Wang, X., Yi, P., Hong, Y. Dynamic optimization for multi-agent systems with external disturbances, Control Theory Technol., 2014, 12, (2), pp. 132-138.
- [10]. Tran Ngoc-Tu, Xiao Jiang-Wen, Wang Yan-Wu, Yang Wu. Distributed optimization problem with communication delay and external disturbance, International Journal of Systems Science, 2017, 48, (16), pp. 3530-3541.
- [11]. Zhang, Y., Hong, Y.: Distributed optimization design for second-order multi agent systems. 33rd Chinese Control Conf., 2014, pp. 1755-1760.
- [12]. Gong, P., Chen, F., Lan, W. Time-varying convex optimization for double integrator dynamics over a directed network. 35th Chinese Control Conf.,2016, pp. 7341-7346
- [13]. Rahili, S., Ren, W., Lin, P. Distributed convex optimization of time-varying cost functions for double-integrator systems using non-smooth algorithms. American Control Conf., 2015, pp. 68-73
- [14]. Liu, Q., Wang, J. A second-order multi-agent network for bound-constrained distributed optimization, IEEE Trans. Autom. Control, 2015, 60, (12), pp.3310-3315.
- [15]. Tran Ngoc-Tu, Feng Xuan, Xu Wen-Yuan, Zhan Na, Wang Xi, A double-integrator system for distributed optimization of convex cost functions, 29th Chinese Control And Decision Conference, 2017, pp. 6201-6206.
- [16]. Tran Ngoc-Tu, Wang Yan-Wu, Yang Wu, Distributed optimization problem for double-integrator systems with the presence of the exogenous disturbance, Neurocomputing, 2018 (272), pp. 386–395.
- [17]. Tran Ngoc-Tu, Wang Yan-Wu, Liu Xiao-Kang, Xiao Jiang-Wen, Distributed optimization of second-order multi-agent systems by control algorithm using position only interaction with time varying delay, IET Control Theory & Applications, 11 (15), pp. 2549-2558 ♦

TÍNH BỀN KẾT CẤU KHUNG GIÁ CHUYỂN HƯỚNG TOA XE HÀNG MC BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN

VŨ TUẤN ĐẠT, NGUYỄN ĐỨC TOÀN

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Giao thông Vận tải

Email liên hệ: datvt@utc.edu.vn

Tóm tắt: Bài báo ứng dụng phần mềm ANSYS thiết lập mô hình phần tử hữu hạn cho kết cấu khung giá chuyển hướng của toa xe hàng MC (chở container) do Việt Nam sản xuất. Tính bền kết cấu ở chế độ tải trọng tĩnh, có kể đến hệ số tải trọng động thẳng đứng, được thực hiện ở các điều kiện vận hành khác nhau. Kết quả tính toán cho thấy: kết cấu khung giá chuyển hướng đảm bảo yêu cầu độ bền theo tiêu chuẩn TCVN 9983:2013 với hệ số dự trữ bền nhỏ nhất: $k_b \approx 1,5$.

Từ khóa: Tính bền kết cấu; Khung giá chuyển hướng; Toa xe hàng MC; Mô hình phần tử hữu hạn; Hệ số dự trữ bền.

Abstract: In this paper, a finite element model of the bogie frame structure of MC wagons (for containers) produced in Viet Nam is introduced using ANSYS software. The strength analysis of this structure was carried out under different operating conditions with regard to the effects of the vertical dynamic load factor. The analysis results show that the bogie frame structure ensures the strength requirements as per TCVN 9983: 2013 with the minimum safety coefficient of $k_b \approx 1.5$.

Keywords: Structural strength analysis; Bogie frame; MC cargo carriages; Finite element model; Safety factor.

Ngày nhận bài: 05/04/2019

Ngày chấp nhận đăng: 18/04/2019

Ngày nhận bài sửa: 26/04/2019

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

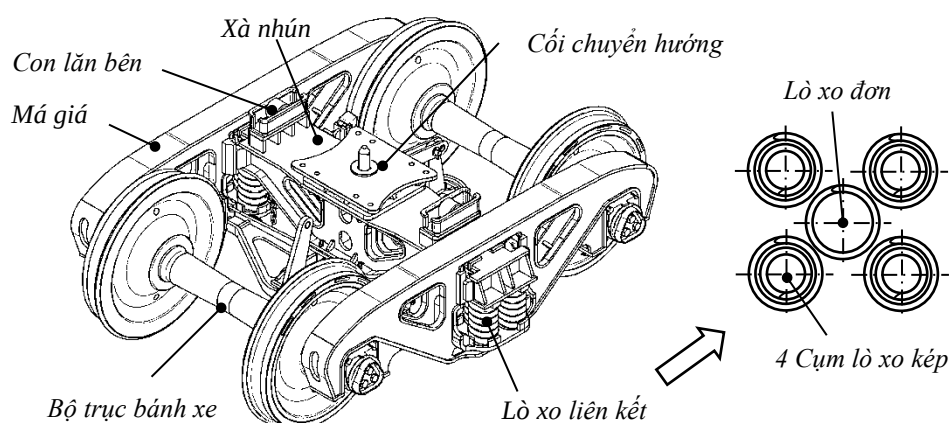
Ngành đường sắt trong những năm gần đây đã và đang tập trung các biện pháp tích cực như đầu tư cải tạo và nâng cấp cơ sở hạ tầng, cải tiến phong cách phục vụ, ... để đáp ứng nhu cầu vận tải ngày càng cao và tăng tính cạnh tranh. Một số đơn vị của ngành như Công ty CP Xe lửa Gia Lâm, Công ty CP Xe lửa Dĩ An, ... đã mạnh dạn đầu tư cho thiết kế, đổi mới công nghệ trong đóng mới toa xe có chất lượng cao với mục tiêu nâng cao tính tự chủ, tăng tỷ lệ nội địa hóa, giảm chi phí nhập khẩu phương tiện và linh kiện.

Trên toa xe thì khung giá chuyển hướng (GCH) là kết cấu chịu tải trọng chính, do đó việc tính bền kết cấu khung GCH là rất cần thiết để đảm bảo độ bền và an toàn vận hành của phương tiện. Xuất phát từ những vấn đề trên, bài báo đã tiến hành xây dựng mô hình phần tử hữu hạn (PTHH) cho khung GCH bằng thép hàn của toa xe MC (chở container) do Việt Nam sản xuất. Trên cơ sở đó, đánh giá độ bền khung GCH ở các trường hợp tải trọng khác nhau thông qua hệ số dự trữ bền [1].

II. XÂY DỰNG MÔ HÌNH PTHH CHO KẾT CẤU KHUNG GCH

2.1. Kết cấu và thông số kỹ thuật cơ bản của GCH

Cấu tạo của GCH toa xe MC (khổ đường 1 m) như trên hình 1, trong đó các bộ phận cơ bản của khung GCH như xà nhún, má giá và cối chuyển hướng được làm thép cacbon hợp kim thấp JIS G3106 SM490A. Xà nhún liên kết đàn hồi với má giá ở hai bên thông qua các cụm lò xo và nêm ma sát; Các bộ trục bánh xe được lắp ở các gối đỡ ở hai đầu của má giá. Hai con lăn được lắp ở hai bên của xà nhún có tác dụng đỡ thùng xe khi thùng xe có chuyển động xoay và nghiêng ngang.



Hình 1. Kết cấu GCH toa xe MC

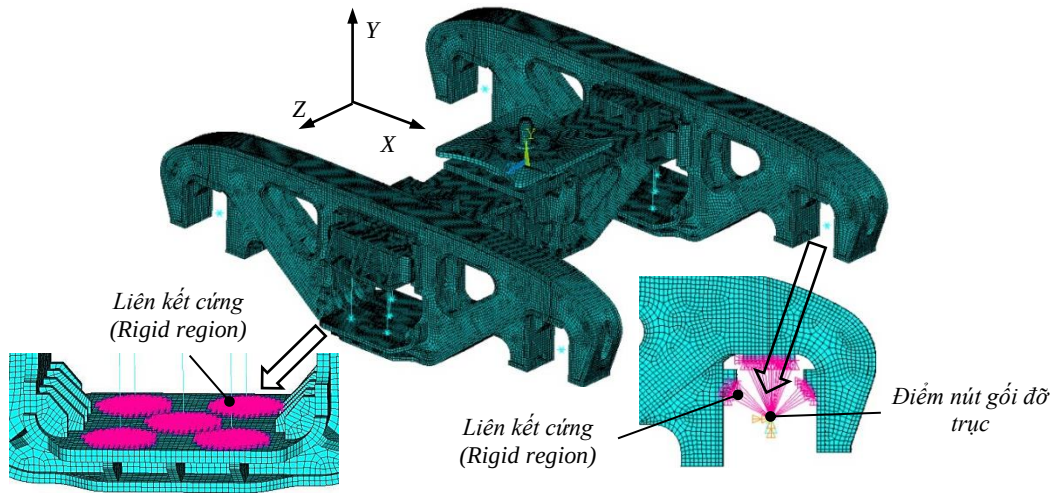
Thông số kỹ thuật cơ bản của toa xe và GCH được cho trong bảng 1.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật cơ bản của toa xe và GCH

Thông số kỹ thuật (ký hiệu)	Trị số	Đơn vị
Tải trọng cho phép đặt lên mỗi trục (q_0)	14.000	kG
Vận tốc cấu tạo (vận tốc tối đa trong khai thác, V)	100	km/h
Đường kính bánh xe ($2r$)	780	mm
Thùng xe: Dài (L_{th}) x Rộng (B_{th}) x Cao (H_{th})	12.192 x 2.438 x 2.591	mm
Khoảng cách 2 cối chuyển hướng trên toa xe ($2l$)	10.000	mm
Khoảng cách giữa 2 trục trên GCH ($2l_{gc}$)	1.700	mm
Độ cứng mỗi cụm lò xo kép ở đầu xà nhún (k_k) - 4 cụm mỗi đầu, tổng cộng có 8 cụm cho mỗi GCH	693,7	N/mm
Độ cứng mỗi lò xo đơn ở đầu xà nhún (k_d) - 1 chiếc mỗi đầu, tổng cộng có 2 chiếc cho mỗi GCH	495,5	N/mm
Độ cứng mỗi lò xo nêm ma sát (k_n) - 2 chiếc mỗi đầu, tổng cộng có 4 chiếc	201,0	N/mm
Khối lượng một bộ trục bánh xe (m_{tr})	916	kg
Khối lượng 1 GCH bao gồm 2 bộ trục bánh xe (m_{gc})	3.400	kg
Khối lượng thùng hàng khi đầy tải ($m_{th} = m_0 - 2m_{gc}$)	49.200	kg
Khối lượng toàn bộ toa xe khi đầy tải (m_0)	56.000	kg

2.2. Xây dựng mô hình PTHH của khung GCH

Khi xây dựng mô hình PTHH, giả thiết: Bỏ qua các góc lượn, cạnh vát nhỏ và mối hàn; Bỏ qua các kết cấu phụ có khối lượng nhỏ và không ảnh hưởng đến khả năng chịu tải của khung GCH (guốc hãm, xà mang guốc hãm, ...); Vật liệu chế tạo là thép tấm hợp kim thấp JIS G3106 SM490A có giới hạn chảy, $\sigma_s \approx 345 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ giới hạn bền, $\sigma_b \approx 490 \text{ (N/mm}^2\text{)}$; mô đun đàn hồi, $E \approx 2,1\text{E}5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$; hệ số Poisson, $\mu \approx 0,3$.



Hình 2. Mô hình PTHH của khung GCH xây dựng bằng phần mềm ANSYS

Sử dụng phần tử *Solid45* để chia lưới PTHH kiểu lục diện với kích thước các cạnh của phần tử $\leq 10 \text{ mm}$; Sử dụng cặp phần tử tiếp xúc *Target170* và *Conta174* để mô phỏng các bề mặt tiếp xúc 3D giữa các má trượt của xà nhún với má giá, giữa nệm ma sát với xà nhún và má giá; Sử dụng phần tử *Combin14* (*Spring-damper*) để mô phỏng liên kết đàn hồi của các cụm lò xo [5]. Sử dụng liên kết cứng đa điểm (*Multipoint constraint - Rigid region*) để mô phỏng: ① Liên kết giữa các đầu của phần tử *Combin14* với các điểm nút trên bề mặt tiếp xúc giữa lò xo với má giá, xà nhún và nệm ma sát; ② Liên kết giữa các điểm nút gối đỡ trực tiếp với bộ đỡ trực ở mỗi đầu của má giá. Mô hình PTHH của khung GCH bao gồm 238.620 phần tử (Elements) và 335.738 điểm nút (Nodes), như trên hình 2.

III. TÍNH BỀN KẾT CẤU KHUNG GCH

3.1. Các trường hợp tải trọng tính toán

a) **Trường hợp toa xe đầy tải chuyển động với vận tốc không đổi** (Trường hợp *Static_1*): tải trọng thẳng đứng P_y tác dụng lên mặt tựa cối chuyển hướng, bao gồm:

$$P_y = P_{t-y} + P_{d-y} = P_{t-y} + k_{d-y}P_{t-y} = (1 + k_{d-y})P_{t-y} = K_{d-y}P_{t-y} \quad (1)$$

Trong đó: K_{d-y} - hệ số tải trọng động thẳng đứng, $K_{d-y} = (1 + k_{d-y})$ với k_{d-y} là hệ số tính toán cho phần tải trọng động tăng thêm (P_{d-y}) trên cơ sở tải trọng tĩnh thẳng đứng (P_{t-y}).

+ **Tải trọng tĩnh** P_{t-y} (do tác dụng của khối lượng của thùng xe khi đầy tải):

$$P_{t-y} = \left(\frac{m_{th}}{n} \right) g = \left(\frac{m_0 - m_{gc}n}{n} \right) g \approx 241,33 \text{ (kN)} \quad (2)$$

Trong đó: n - số lượng GCH trên một toa xe, $n = 2$; g - gia tốc trọng trường.

+ **Tải trọng động tăng thêm** P_{d-y} (do ảnh hưởng của dao động thẳng đứng) [2, 3]:

$$P_{d-y} = k_{d-y} P_{t-y} = \left(a + b \frac{c(V-d)}{f_t} \right) P_{t-y} \approx 100,64 \text{ (kN)} \quad (3)$$

Trong đó: a và b - hệ số ảnh hưởng của má giá và số bộ trục bánh xe ($n_{tr} = 2$) trên một GCH [3], $a = 0,15$ và $b = (n_{tr} + n)/(n_{tr}n) = 1$; V - vận tốc cấu tạo, $V \approx 27,78 \text{ (m/s)}$; c và d - các hệ số phụ thuộc vận tốc toa xe, khi $V = 14 \div 28 \text{ (m/s)}$, $c = 0,00036$ và $d = 0$; f_t - tổng độ nhún tĩnh do khối lượng phía trên lò xo;

$$f_t = \frac{P_{tr.lx}}{k_{\Sigma}} = \frac{(m_0 - 2m_{gc} + 2m_{xn})g}{(16k_k + 4k_d)} \approx 0,0375 \text{ (m)} \quad (4)$$

Trong đó: $P_{tr.lx}$ - Tải trọng do khối lượng phía trên lò xo, bao gồm khối lượng thùng hàng khi đầy tải ($m_0 - 2m_{gc}$) và khối lượng các xà nhún ($2m_{xn} = 740 \text{ (kg)}$); k_{Σ} - tổng độ cứng của các lò xo dưới xà nhún (không bao gồm lò xo nệm ma sát). Thay các giá trị vào công thức (3) và (1), ta có $k_{d-y} \approx 0,417$, $K_{d-y} \approx 1,417$ và $P_y \approx 341,97 \text{ (kN)}$.

b) **Trường hợp toa xe đầy tải và phanh với gia tốc giới hạn** (Trường hợp *Static_Brake*): Ngoài các tải trọng thẳng đứng P_{t-y} và P_{d-y} , do tác dụng của lực quán tính P_p khi phanh của thùng xe, khung GCH phía trước phải chịu thêm tải trọng nằm ngang P_{p-x} và tải trọng thẳng đứng P_{p-y} đặt tại bề mặt cối chuyển hướng. Giả thiết gia tốc giới hạn khi phanh (j_p) phụ thuộc điều kiện bám (bánh xe không trượt lết trên ray) với hệ số bám giữa bánh xe với ray $\varphi = 0,25$ [4]. Tính được gia tốc giới hạn khi phanh, $j_p = g\varphi \approx 2,45 \text{ (m/s}^2\text{)}$. Ta có:

$$P_{p-x} = \frac{1}{n} P_p = \frac{1}{n} m_{th} j_p \approx 120,66 \text{ (kN)} \text{ và } P_{p-y} = \frac{P_p h_l}{2l} \approx 16,43 \text{ (kN)} \quad (5)$$

Trong đó: h_l - chiều cao từ trọng tâm thùng xe đến bề mặt cối chuyển hướng, $h_l = 1,362 \text{ (m)}$.

c) **Trường hợp toa xe đầy tải chạy trên đường có bán kính cong nhỏ nhất với vận tốc giới hạn và chịu thêm lực gió ngang cùng chiều với lực ly tâm** (Trường hợp *Static_Turn*): Ngoài các tải trọng thẳng đứng P_{t-y} và P_{d-y} , khung GCH còn chịu tác dụng của lực ly tâm P_{lt} của các khối lượng khi toa xe vào đường cong và lực gió ngang P_{gn} tác dụng lên thành thùng xe [2, 4]:

$$P_{lt} = m_{th} \left(\frac{V_{\max}^2}{R_{\min}} - \frac{h_r g}{2s} \right) \approx 20,35 \text{ (kN)} \text{ và } P_{gn} = w L_{th} H_{th} \approx 15,79 \text{ (kN)} \quad (6)$$

Trong đó: $R_{\min}$ - bán kính đường cong nhỏ nhất, với khổ đường ray 1 (m), $R_{\min} = 97 \text{ (m)}$; $2s$ - khoảng cách 2 vòng lăn của bánh xe trên một trục, $2s = 1,054 \text{ (m)}$; h_r - độ siêu cao của ray ngoài, $h_r = 0,095 \text{ (m)}$; $V_{\max}$ - vận tốc giới hạn khi vào đường cong, $V_{\max} = 4,1\sqrt{R_{\min}} = 40,38 \text{ (km/h)} \approx 11,22 \text{ (m/s)}$; w - áp suất gió ngang, $w = 500 \text{ (N/m}^2\text{)}$ [4];

Tại mỗi cối chuyển hướng sẽ chịu thêm một lực ngang P_{n-z} :

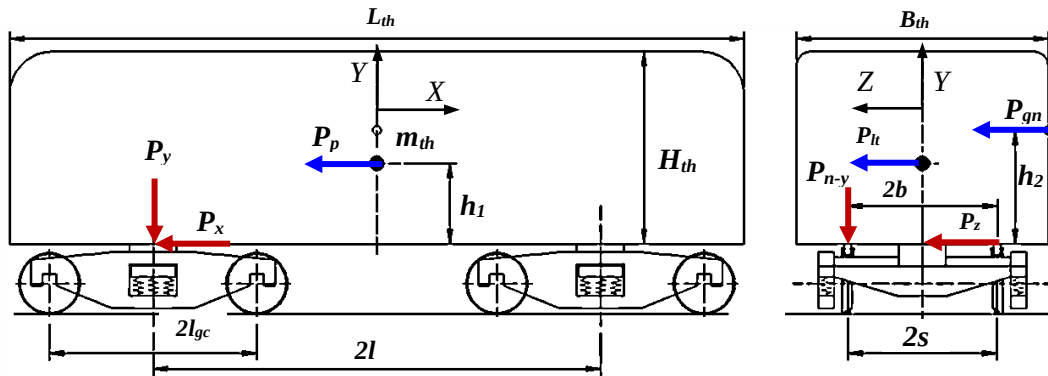
$$P_{n-z} = \frac{1}{n} (P_{lt} + P_{gn}) \approx 18,07 \text{ (kN)} \quad (7)$$

Giả thiết khi có lực ngang tác dụng lên thành thùng, một bên con lăn phía ngoài tiếp xúc với thùng xe và chịu thêm lực thẳng đứng P_{n-y} :

$$P_{n-y} = \frac{1}{n} \left(\frac{P_{lt} h_1 + P_{gn} h_2}{2b} \right) \approx 23,39 \text{ (kN)} \quad (8)$$

Trong đó: h_2 – chiều cao từ điểm đặt lực gió ngang trên thành thùng đến bề mặt con lăn (lấy gần đúng bằng chiều cao đến bề mặt cối chuyển hướng), $h_2 = 1,562 \text{ (m)}$; $2b$ – khoảng cách giữa hai con lăn, $2b = 1,12 \text{ (m)}$

Các lực tác dụng lên khung GCH cho 3 trường hợp tải trọng được minh họa trên hình 3 và trong bảng 2. Trong đó, P_x , P_y và P_z là tải trọng tác dụng theo các phương lên bề mặt cối chuyển hướng, P_{n-y} là tải trọng thẳng đứng tác dụng lên một bên con lăn.



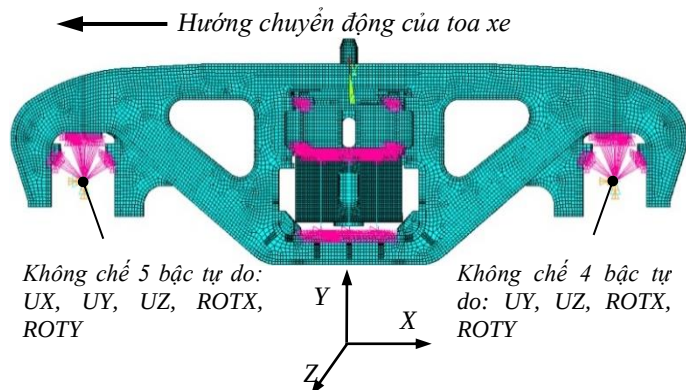
Hình 3. Sơ đồ lực tác dụng lên khung GCH phía trước

Bảng 2. Lực tác dụng lên khung GCH phía trước cho 3 trường hợp tải trọng

Lực tác dụng lên khung GCH	Các trường hợp tải trọng tính toán		
	Static_1	Static_Brake	Static_Turn
$P_x =$	0	P_{p-x}	0
$P_y =$	$P_{t-y} + P_{t-d}$	$P_{t-y} + P_{t-d} + P_{p-y}$	$P_{t-y} + P_{t-d}$
$P_z =$	0	0	P_{n-z}
$P_{n-y} =$	0	0	P_{n-y}

3.2. Gán ràng buộc và điều kiện biên cho các trường hợp tải trọng

Với phương pháp xây dựng mô hình PTHH trong mục 2.2, xà nhún có thể chuyển động tương đối so với má giá cho đến khi các má trượt trên xà nhún tiếp xúc với má trượt trên má giá và nêm ma sát. Để đảm bảo các điểm gối đỡ trực trên má giá có thể quay quanh trục (Z) và một đầu của má giá có thể chuyển động tự do theo chiều dọc (X) khi khung GCH biến dạng do



Hình 4. Ràng buộc tại các điểm nút gối đỡ trực

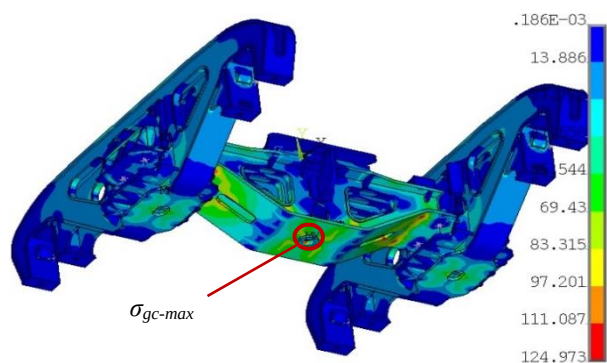
chịu tải trọng thẳng đứng, trên mô hình PTHH gán ràng buộc và điều kiện biên chung cho 3 trường hợp tải trọng như sau: Không chế 5 bậc tự do cho mỗi điểm nút gối đỡ trực phía trước (3 bậc tự do tịnh tiến UX , UY , UZ và 2 bậc tự do quay quanh các trục $ROTX$, $ROTY$); Không chế 4 bậc tự do cho các điểm nút gối đỡ trực phía sau (UY , UZ , $ROTX$, $ROTY$), như trên hình 4; Đặt gia tốc trọng trường theo phương thẳng đứng (UY) là $9,81 \text{ (m/s}^2\text{)}$ (xét đến khối lượng bản thân kết cấu trên mô hình PTHH); Lực tác dụng phân bố đều lên các điểm nút của bề mặt chịu tác dụng (cối chuyển hướng và gối đỡ con lăn theo các phương tương ứng) [6].

- Với trường hợp **Static_Brake**: thêm gia tốc theo phương dọc (UX) là $2,45 \text{ (m/s}^2\text{)}$ (xét đến lực quán tính của khối lượng bản thân kết cấu theo phương UX khi phanh);

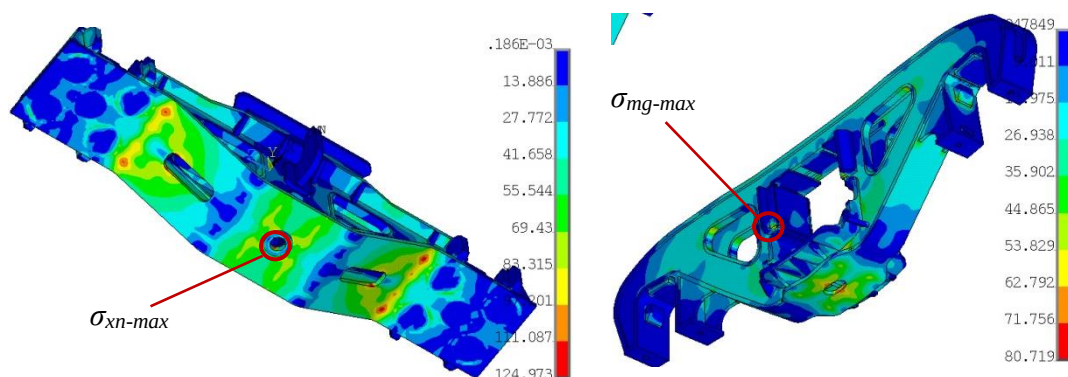
- Với trường hợp **Static_Turn**: thêm gia tốc theo phương ngang ($-UZ$) là $1,3 \text{ (m/s}^2\text{)}$ (xét đến lực ly tâm của khối lượng bản thân kết cấu theo phương UZ với gia tốc hướng tâm $=V_{max}^2/R_{min}$).

3.3. Kết quả tính bền khung GCH ở các trường hợp tải trọng

Trên hình 5 và hình 6 là phân bố ứng suất Von-mises của kết cấu khung GCH ở trường hợp tải trọng **Static_1**. Vị trí có giá trị ứng suất tương đương lớn nhất trên khung GCH (σ_{gc-max}) nằm ở mép trong lỗ khoét trên tấm đáy của xà nhún ($\sigma_{gc-max} = \sigma_{xn-max}$). Trên má giá, vị trí có ứng suất lớn nhất (σ_{mg-max}) nằm ở góc dưới má trượt phía sau bên trong của má giá bên trái (nhìn theo hướng tiến của toa xe).



Hình 5. Phân bố ứng suất Von-mises trên khung GCH



Hình 6. Phân bố ứng suất Von-mises trên xà nhún và má giá

Kết quả tính bền khung GCH ở các trường hợp được cho trong bảng 3. Trong đó, k_b là hệ số dự trữ bền ($k_b = [\sigma]/\sigma_{gc-max}$) là tỷ số giữa giá trị ứng suất cho phép (đối với thép hợp kim thấp, $[\sigma_s] = 216 \text{ N/mm}^2$ [4]) với giá trị ứng suất tương đương lớn nhất (σ_{gc-max}) tại vị trí nguy hiểm.

Bảng 3. Kết quả tính bền khung GCH cho 3 trường hợp tải trọng

Ứng suất lớn nhất (N/mm ²)	Các trường hợp tải trọng tính toán			Ứng suất cho phép [σ] (N/mm ²)
	Static_1	Static_Brake	Static_Turn	
σ_{gc-max} (tổng thể)	$\sigma_{gc-max} \equiv \sigma_{xn-max} \approx 124,9$	$\sigma_{gc-max} \equiv \sigma_{xn-max} \approx 141,2$	$\sigma_{gc-max} \equiv \sigma_{mg-max} \approx 140,9$	Đối với vật liệu chế tạo là thép hợp kim thấp[σ] ≈ 216 (N/mm ²) (theo TCVN 9983-2013)
σ_{xn-max} (xà nhún)	$\sigma_{xn-max} \approx 124,9$ (Mép trong lỗ khoét trên tấm đáy của xà nhún)	$\sigma_{xn-max} \approx 141,2$ (Góc liên kết má trượt phía trước – bên trong với tấm trên của đầu xà nhún bên trái)	$\sigma_{xn-max} \approx 127,6$ (Mép trong lỗ khoét trên tấm đáy của xà nhún)	
σ_{mg-max} (má giá)	$\sigma_{mg-max} \approx 80,7$	$\sigma_{mg-max} \approx 138,5$	$\sigma_{mg-max} \approx 140,9$	
	Góc dưới má trượt phía sau - bên trong của má giá bên trái		Góc dưới má trượt phía sau - bên trong của má giá bên phải	
$k_b = [\sigma]/\sigma_{gc-max}$	≈ 1,7	≈ 1,5	≈ 1,5	

V. KẾT LUẬN

Bài báo đã xây dựng mô hình PTHH cho kết cấu khung GCH trên toa xe hàng MC và tính toán kiểm tra bền cho kết cấu ở 3 trường hợp tải trọng. Kết quả tính toán cho thấy: ở các trường hợp tải trọng khác nhau, kết cấu khung GCH đều đảm bảo điều kiện bền theo TCVN 9983:2013. Hệ số dự trữ bền nhỏ nhất, $k_{b-min} \approx 1,5$ ở trường hợp tải trọng khi phanh gấp (**Static_Brake**).

Kết quả nghiên cứu của bài báo có thể được sử dụng làm tài liệu tham khảo cho các nghiên cứu tiếp theo về động lực học kết cấu, tuổi bền và độ tin cậy, cũng như tối ưu hóa cho kết cấu khung GCH. Đồng thời có thể giúp các đơn vị trong nước chủ động trong công tác thiết kế, chế tạo khung GCH cho toa xe đường sắt.

Tài liệu tham khảo

- [1] Lê Quang Minh, Nguyễn Văn Vượng (2004). Sức bền vật liệu – Tập I & II. Nhà xuất bản Giáo dục.
- [2] Dương Hồng Thái, Lê Văn Doanh, Lê Văn Học (1997). Kết cấu và tính toán toa xe. NXB Giao thông Vận tải.
- [3] Bộ môn Toa xe – ĐH GTVT (1985). Sổ tay kỹ thuật toa xe - Tập 1. NXB Giao thông Vận tải.
- [4] TCVN 9983:2013. Phương tiện giao thông đường sắt – Toa xe – Yêu cầu thiết kế.
- [5] ANSYS, Inc (2013). ANSYS Mechanical APDL Element Reference. Published in the U.S.A
- [6] ANSYS, Inc (2013). ANSYS Mechanical APDL Structural Analysis Guide. Published in the U.S.A ♦

Phần 2

TRAO ĐỔI HỌC THUẬT
VÀ THÔNG TIN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

MỘT SỐ GIẢI PHÁP NHẪM CÂN BẰNG GIỮA VIỆC HỌC VÀ VIỆC LÀM THÊM CỦA SINH VIÊN TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI HIỆN NAY

HOÀNG HẢI YẾN

Khoa Lý luận chính trị, Trường Đại học Giao thông Vận tải

Email liên hệ: yenh@utc.edu.vn

Tóm tắt: Trong xã hội hiện nay vấn đề việc làm luôn là vấn đề nóng bỏng, không những được báo giới, các cơ quan ban ngành, các doanh nghiệp quan tâm mà nó đã ăn sâu vào suy nghĩ của rất nhiều sinh viên. Việc làm thêm hiện nay không còn là hiện tượng nhỏ lẻ mà đã trở thành một xu thế, gắn chặt với đời sống học tập, sinh hoạt của sinh viên nói chung, sinh viên Trường Đại học Giao thông vận tải nói riêng. Trong bài viết này, tác giả đề cập đến một số ảnh hưởng của vấn đề làm thêm đối với sinh viên Trường Đại học Giao thông vận tải và đề xuất một số giải pháp nhằm cân bằng giữa việc học và việc làm cho các em sinh viên hiện nay.

Từ khóa: Việc làm thêm, doanh nghiệp, sinh viên làm thêm.

Abstract: In the society today, employment has always been a burning issue, which does not only attract the interest of the press, agencies and enterprises, but also has imprinted in the mind of many students. Nowadays, doing a part-time job is no longer a single phenomenon, rather it has become a tendency associated with the study and routines of students in general and the UTC students in particular. In this article, the author discusses some effects of part-time work on the UTC students and suggests some solutions to balance their study and part-time work.

Keywords: Part-time job, enterprise, part-time work

Ngày nhận bài: 28/06/2018 Ngày chấp nhận đăng: 18/04/2019 Ngày nhận bài sửa: 26/04/2019

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khi các trường đại học nói chung, Trường Đại học Giao thông Vận tải nói riêng chuyển đổi sang mô hình đào tạo theo học chế tín chỉ thì sinh viên có thể chủ động hơn trong việc lựa chọn và đăng ký chương trình học cho riêng mình, thời gian rảnh của sinh viên cũng nhiều hơn. Vì vậy, việc sinh viên đi làm thêm ngày càng phổ biến và kết quả học tập của các em cũng bị ảnh hưởng ít nhiều. Việc nghiên cứu những giải pháp nhằm cân bằng giữa việc học và việc làm của sinh viên là vấn đề hết sức cần thiết trong bối cảnh hiện nay.

II. CÁC NỘI DUNG CHÍNH

2.1. Thực trạng việc làm thêm của sinh viên Trường Đại học Giao thông vận tải

Khái niệm việc làm thêm ra đời khá sớm, cùng với xu thế phát triển chung của xã hội, khái niệm này ngày càng trở nên phổ biến. Việc làm thêm là công việc không chính thức, không thường xuyên bên cạnh một công việc chính thức và ổn định. Tuy nhiên, đối với trường hợp làm

thêm của sinh viên thì có đặc thù riêng, sinh viên không có việc làm chính, mà việc chính của sinh viên là việc học.

Để thực hiện bài báo nghiên cứu về vấn đề làm thêm của sinh viên Trường Đại học Giao thông vận tải, tác giả đã sử dụng nhiều phương pháp, trong đó phương pháp điều tra bằng câu hỏi là chủ yếu. Bảng câu hỏi được xây dựng dựa trên đối tượng chính là sinh viên. Tác giả đã tiến hành phát ra 500 phiếu hỏi cho sinh viên Trường Đại học Giao thông vận tải thuộc các Khoa: Vận tải-Kinh tế (Kế toán tổng hợp K56, Vận tải đa phương thức K57, Kinh tế xây dựng K57): 147 phiếu (chiếm 29.4%); Khoa Công trình (Cầu đường bộ K55, Đường sắt K55, Công trình giao thông thủy K55, Tự động hóa thiết kế cầu đường K56, Đường bộ K56): 205 phiếu (chiếm 41%) và Khoa Cơ khí (Cơ khí ô tô K58, Máy xây dựng K57, Máy xây dựng K58): 148 phiếu (chiếm 29.6%). Những sinh viên này đều thuộc các khóa từ năm thứ hai đến năm thứ năm.

Việc thu thập phiếu điều tra nhằm mục đích có được những ý kiến xác thực từ phía sinh viên về vấn đề việc làm thêm hiện nay, những đánh giá về tác động tích cực cũng như tiêu cực mà công việc làm thêm đem lại. Đồng thời, trên cơ sở đó, tác giả muốn tìm hiểu tâm tư, nguyện vọng của sinh viên khi đi làm thêm, những khó khăn, thuận lợi mà họ phải trải qua để có được sự đánh giá khách quan và khoa học cho bài báo. Từ số liệu thu thập được ta thấy kết quả như sau:

Với câu hỏi thứ nhất trong bảng hỏi: **Bạn đã/đang hoặc có dự định đi làm thêm không?** Tác giả đưa ra bốn đáp án để sinh viên lựa chọn: 1. Đã từng đi làm thêm; 2. Đang đi làm thêm; 3. Có dự định sẽ đi làm thêm; 4. Chưa từng đi làm thêm.

Trong 500 sinh viên được hỏi thì có 8% số sinh viên đã từng làm thêm, 67% đang đi làm thêm với mong muốn có thêm thu nhập, muốn trau dồi kinh nghiệm phát triển bản thân hoặc mở rộng mối quan hệ giao tiếp xã hội. Tỷ lệ sinh viên có dự định và mong muốn đi làm là 20%, chúng tôi đã trao đổi với những sinh viên này, nguyên nhân là do sinh viên chưa tìm thấy một công việc thích hợp cho mục đích đi làm thêm của mình và vẫn đang tiếp tục tìm kiếm những công việc bổ ích, phù hợp với yêu cầu. Bên cạnh đó, tỷ lệ sinh viên chưa từng đi làm thêm và không có dự định đi làm thêm chiếm 5%, họ cho rằng việc học trên trường là quá đủ, đi làm thêm sẽ mất nhiều thời gian, công sức và ảnh hưởng tới kết quả học tập.

Bảng 1. Số lượng sinh viên đi làm thêm

Khảo sát	Số lượng sinh viên	Tỷ lệ
Sinh viên đã từng đi làm thêm	40	8%
Sinh viên đang đi làm thêm	335	67%
Sinh viên dự định sẽ đi làm thêm	100	20%
Sinh viên chưa từng đi làm thêm	25	5%

Về lựa chọn công việc làm thêm, tác giả đặt ra câu hỏi: Bạn lựa chọn công việc nào sau đây khi đi làm thêm? Có các sự lựa chọn cho sinh viên: 1. Gia sư; 2. Phục vụ cửa hàng ăn; 3. Tiếp thị; 4. Nhân viên tổ chức sự kiện; 5. Nhân viên văn phòng; 6. Tư vấn viên. Kết quả tổng hợp cho thấy:

Bảng 2. Các công việc làm thêm của sinh viên

Công việc làm thêm	Số lượng sinh viên	Tỉ lệ
Gia sư	175	35%
Phục vụ hàng quán ăn	145	29%
Các nghề khác	180	36%

Như vậy, số sinh viên chọn nghề gia sư chiếm đông nhất với tỉ lệ 35%, có nhiều sự lựa chọn cho công việc này chính bởi do tính chất của nó có nhiều điểm phù hợp với sinh viên, vừa không tốn thời gian lại có thu nhập tương đối ổn định, công việc cũng không yêu cầu quá cao... Hơn nữa, hiện nay nhu cầu cho con cái học thêm tăng, các vị phụ huynh thuê sinh viên làm gia sư thì chi phí ít, việc dạy gia sư tại nhà cũng giúp phụ huynh dễ kiểm tra và quản lý con cái sát sao hơn. Tuy nhiên, công việc này áp dụng không nhiều những kiến thức được học, thiếu sự sáng tạo, không có nhiều các mối quan hệ như các công việc khác. Nhìn chung, gia sư chỉ là công việc trước mắt, phục vụ chủ yếu cho những sinh viên có mục đích kiếm thêm thu nhập chứ không thể là công việc cho những sinh viên muốn thể hiện năng lực của mình.

Một trong những công việc làm thêm cũng đang được ưa chuộng hiện nay là phục vụ hàng quán ăn với tỉ lệ 29% trong tổng số sinh viên được khảo sát. Công việc này khá phổ biến và phù hợp với sinh viên vì qua đó sinh viên có thêm nhiều mối quan hệ cũng như rèn luyện được kỹ năng giao tiếp cho bản thân. So với làm gia sư thì công việc phục vụ có khá nhiều yếu tố thuận lợi hơn. Tuy nhiên công việc này lại đòi hỏi nhiều thời gian và công sức. Một phần nào đó sẽ ảnh hưởng đến việc học tập và sinh hoạt của sinh viên.

Số liệu cho thấy những công việc trên có những hạn chế và chưa áp dụng được nhiều kiến thức đã học. Xét đến cùng, nhiệm vụ quan trọng của sinh viên khi còn ngồi trên ghế giảng đường vẫn là học tập. Sinh viên đi làm thêm để biết được những thực tế bên ngoài, có cái nhìn toàn diện hơn về các vấn đề, và sẽ tốt hơn nếu kiến thức được truyền giảng trên lớp được sử dụng cho công việc hiện tại cũng như sau này. Sự kết hợp đó mới thực sự có nhiều tác động tích cực, vừa giúp sinh viên được thực hành kỹ năng, áp dụng kiến thức chuyên môn vào công việc, vừa giúp thầy cô, nhà trường có sự điều chỉnh những môn học sao cho phù hợp, sát với thực tế.

Để xem xét mức độ ảnh hưởng của số giờ làm thêm đến học tập và sức khỏe của sinh viên, tác giả đặt ra các câu hỏi: **Thời gian làm thêm ảnh hưởng đến lịch học trên lớp/ ảnh hưởng đến thời gian học bài ở nhà/ ảnh hưởng đến sức khỏe của sinh viên như thế nào?** Các mốc thời gian được tác giả lựa chọn đưa ra là: 1. Dưới 2h/ngày; 2. Từ 2-8h/ngày; 3. Trên 8h/ngày.

Bảng 3. Tác động của thời gian làm thêm đối với sinh viên

Tác động	Làm việc <2h/ngày	Làm việc từ 2-8h/ngày	Làm việc >8h/ngày
Không đảm bảo lịch học trên lớp	0%	32%	48%
Không có thời gian học bài ở nhà	0%	25%	35%
Ảnh hưởng đến sức khỏe	0%	39%	58%

Ta thấy một thực tế: sinh viên nếu đi làm thêm càng nhiều giờ trong ngày thì quỹ thời gian dành cho việc học càng giảm đi. Cụ thể nếu sinh viên làm thêm trên 8h/ngày thì 48% sinh viên không đảm bảo được lịch học và thời gian lên lớp; 35% sinh viên không có thời gian học bài ở nhà, và đáng chú ý có đến 58% sinh viên bị ảnh hưởng đến sức khỏe. Số liệu điều tra cũng cho thấy nếu sinh viên làm thêm từ 2-8h/ ngày sẽ bị tác động ít hơn và dưới 2h/ngày thì gần như không ảnh hưởng gì đến sức khỏe cũng như việc học, họ có thể cân bằng được thời gian đi học và đi làm thêm.

Ngoài ra, việc lựa chọn các công việc làm thêm khác nhau cũng có mức độ ảnh hưởng khác nhau đến sinh viên. Câu hỏi đưa ra để trả lời cho vấn đề này: Theo bạn, công việc làm thêm nào ảnh hưởng nhiều nhất đến học tập và sinh hoạt của sinh viên? Các công việc để sinh viên lựa chọn: Bán hàng, tiếp thị, tư vấn viên, văn phòng, phục vụ quán ăn, gia sư, trực điện thoại. Qua kết quả điều tra, ta thấy, sinh viên đi bán hàng tiếp thị, nhân viên công ty tổ chức sự kiện và phục vụ thì bị phân tâm trong việc học nhiều nhất (37%), vì các công việc này thường đòi hỏi sự năng động, mức độ tập trung cao, chiếm nhiều thời gian của sinh viên; và công việc làm gia sư được đánh giá là ít ảnh hưởng đến việc học nhất (chiếm 7.4%) bởi do tính chất của công việc này.

Bảng 4. Mức độ tác động của từng công việc làm thêm đối với sinh viên

Công việc	Số lượng sinh viên	Tỉ lệ
Bán hàng, tiếp thị, phục vụ quán ăn	185	37%
Gia sư	37	7.4%
Các công việc khác	278	55.6%

Mỗi sinh viên khi đi làm thêm đều có những lý do cá nhân riêng. Thường thì chúng ta cho rằng chỉ có những sinh viên gia đình khó khăn mới đi làm thêm, vì họ muốn kiếm thêm thu nhập để giúp đỡ cho gia đình, giảm bớt gánh nặng cho bố mẹ trong việc trang trải học phí, chi phí ăn ở... Nhưng trên thực tế, có những em sinh viên gia đình rất khá giả vẫn tìm kiếm những công việc làm thêm ngoài giờ. Điều đó chứng tỏ rằng, ngoài yếu tố thu nhập, nhiều sinh viên muốn làm thêm những công việc ngoài giờ vì họ xem đó như là cơ hội để cọ xát, đi vào thực tế và có thể rèn luyện những kỹ năng, tích lũy những kinh nghiệm mà trường học sẽ khó giúp họ có được.

Tuy nhiên, việc sinh viên đi làm thêm sẽ gây ra cả những tác động tích cực và tiêu cực:

Xét về mặt tích cực, khi đi làm, sinh viên sẽ có được thêm một khoản thu nhập, được sử dụng những đồng tiền do mồ hôi công sức lao động chính các em bỏ ra, lúc đó sinh viên sẽ biết trân trọng giá trị của đồng tiền hơn, biết sử dụng một cách hợp lý hơn. Thứ hai, nếu sinh viên đi làm thêm có liên quan đến chuyên ngành mình đang học thì đó là một cơ hội để sinh viên áp dụng lý thuyết vào thực tế và đúc rút những bài học kinh nghiệm cho mình. Thứ ba, việc đi làm thêm sẽ giúp cho sinh viên gia tăng các mối quan hệ xã hội, cải thiện kỹ năng giao tiếp, các kỹ năng mềm mà trên giảng đường sinh viên sẽ ít có cơ hội được rèn luyện. Thứ tư, việc sinh viên đi làm thêm sẽ giúp cho các em rèn luyện tính tự lập, trưởng thành hơn và ít dựa dẫm vào người khác v.v... Với những ích lợi đó, sau này khi bước vào môi trường làm việc chuyên nghiệp, sinh viên sẽ không bị bối ngỡ và cảm thấy tự tin hơn.

Tuy nhiên, đi làm thêm cũng sẽ có những mặt tiêu cực. Thứ nhất, có rất nhiều sinh viên vì quá mải mê sa chân vào kiếm tiền mà quên đi mất nhiệm vụ chính của mình vẫn là học tập, dẫn đến kết quả học tập giảm sút. Thứ hai là việc làm thêm có thể ảnh hưởng đến sức khỏe hoặc giờ giấc sinh hoạt của sinh viên. Ngoài ra, những sinh viên mới bắt đầu làm thêm, còn ít kinh nghiệm có thể bị lừa gạt, bị quỵt tiền hoặc có thể là những hậu quả nặng nề hơn.

2.2. Một số giải pháp nhằm cân bằng giữa việc học và việc làm thêm của sinh viên Trường Đại học Giao thông vận tải

a. Về phía nhà trường và các tổ chức đoàn thể

**** Nhà trường cần định hướng và quản lý hoạt động làm thêm của sinh viên***

Hiện nay có thể nói sinh viên đi làm thêm phần lớn mang tính chất tự phát, chưa có sự trợ giúp, quản lý của nhà trường và cộng đồng xã hội. Các trường đại học nói chung, Trường Đại học Giao thông vận tải nói riêng mới chỉ dừng lại ở việc khuyến khích sinh viên tham gia các hoạt động bề nổi như sinh viên tình nguyện, giao lưu sinh viên với doanh nghiệp... hay các hoạt động bề sâu là nghiên cứu khoa học chứ chưa coi trọng vấn đề quản lý và khuyến khích việc làm thêm. Trong khi đó vấn đề này giờ đây đang đóng vai trò khá quan trọng trong đời sống học tập và sinh hoạt của đại bộ phận sinh viên.

Sinh viên đi làm thêm vì ngoài vấn đề thu nhập thì còn do họ cảm thấy bản thân thiếu những kinh nghiệm, những kỹ năng có ích cho mình sau khi ra trường. Vì vậy, khi nhà trường cũng như cộng đồng xã hội coi việc làm thêm là một khâu quan trọng trong quá trình đào tạo bậc đại học thì sinh viên vừa có thể được học tập vừa được thực hành ngày càng nhiều hơn kiến thức lý thuyết đã học.

Để làm được điều đó:

- Nhà trường có thể liên kết với các tổ chức xã hội thành lập các mô hình như trung tâm giới thiệu việc làm, trung tâm tư vấn ngay trong phạm vi trường. Tại một số trường hiện nay có thành lập quỹ phát triển tài năng sinh viên, đây thực sự là mô hình hay và bổ ích cho sinh viên khi đang học tại trường.

- Nhà trường ngoài việc đánh giá năng lực sinh viên qua học tập nghiên cứu khoa học, hoạt động xã hội cũng nên có quy chế khuyến khích, hỗ trợ cho những sinh viên đi làm thêm, có thể bằng hình thức cộng điểm, thưởng điểm nếu có những công trình, đề án giá trị mang tính thực tiễn cao v.v...

- Thành lập câu lạc bộ doanh nghiệp sinh viên, do sinh viên quản lý điều hành, hỗ trợ sinh viên trong nghiên cứu, xây dựng những đề án kinh doanh, mời các doanh nghiệp bên ngoài tham gia đóng góp ý kiến và hỗ trợ về vốn cho hoạt động.

- Để quản lý sinh viên đi làm thêm, nhà trường có thể quy định những sinh viên có điểm tổng kết học kì ở một mức nhất định mới được đi làm thêm, quy định số giờ làm thêm tối đa trên 1 tuần, 1 tháng, 1 học kì v.v...

Nhà trường cũng nên cân nhắc trong việc bổ sung một số môn học có tính thực hành cao, tổ chức thi trắc nghiệm, thi vấn đáp để rèn luyện cho sinh viên những kỹ năng phản ứng linh hoạt, có kiến thức tổng hợp.

Việc coi vấn đề làm thêm là một phần quan trọng trong quá trình đào tạo, nhà trường sẽ vừa trợ giúp, vừa có thể quản lý được sinh viên chặt chẽ hơn. Nhà trường sẽ nắm rõ hơn những nhu cầu về học tập và sinh hoạt của sinh viên để có sự sửa đổi, bổ sung hợp lý về phương pháp giảng dạy và cũng như về công tác quản lý sinh viên. Bên cạnh đó, nếu làm được điều này thì nhà trường và cộng đồng xã hội sẽ góp phần không nhỏ trong việc định hướng nghề nghiệp cho sinh viên.

** Tăng cường mối quan hệ giữa sinh viên - khoa chuyên ngành - doanh nghiệp*

Tính chất tự tìm việc làm thêm đối với sinh viên hiện nay đã chủ động hơn so với thời kỳ trước đây, tuy nhiên nếu so sánh với các nước trên thế giới thì sinh viên Việt Nam nói chung và sinh viên Trường Đại học Giao thông Vận tải nói riêng vẫn có những hạn chế trong vấn đề này. Sinh viên do nhiều yếu tố khách quan như thiếu quan hệ, thiếu thông tin v.v... nên rất khó tìm được công việc phù hợp với ngành học, với thời gian học. Để khắc phục tình trạng trên, nếu các khoa và các thầy cô giáo có nhiều mối quan hệ và thông tin chính xác với những đơn vị bên ngoài, chủ động cung cấp thông tin, là cầu nối cho sinh viên trong vấn đề tìm việc làm thêm thì đây sẽ là sự kết hợp hoàn hảo.

Các khoa chuyên ngành, các thầy cô nên kết hợp với các doanh nghiệp trong việc đào tạo, trau dồi kỹ năng cho sinh viên. Doanh nghiệp sẽ cung cấp những thông tin kinh tế, tuyển dụng v.v... các khoa sẽ cung cấp nhân lực, tạo điều kiện cho những sinh viên có nhu cầu, có khả năng được đi thực tế, làm việc không lương tại các doanh nghiệp.

Các khoa, các thầy cô giáo có thể mời các chuyên gia (kỹ sư, bác sĩ, kỹ thuật viên, nhà doanh nghiệp...) lên lớp một vài chuyên đề cho sinh viên. Đây là một việc rất thực tế và cần thiết đối với sinh viên vì được tiếp cận những kinh nghiệm từ những người đi trước v.v...

Các khoa, các thầy cô là cầu nối cho sinh viên trong vấn đề tìm việc làm thêm sẽ giúp sinh viên tìm được những công việc thích hợp với chuyên môn và thời gian học tập trên lớp v.v... Mối quan hệ tốt được xây dựng từ hai phía sẽ càng giúp cho khoa, các thầy cô giáo có được niềm tin, sự nỗ lực phấn đấu của sinh viên để xây dựng khoa, xây dựng trường ngày càng có chất lượng tốt hơn.

** Tăng cường sự tham gia của các tổ chức đoàn thể*

Với những tính chất rất tích cực như: gần gũi với sinh viên, là môi trường cho sinh viên rèn luyện có quan hệ tốt với các doanh nghiệp ... thực tế các tổ chức Đoàn, Hội ở các trường đại học hiện nay có một vai trò quan trọng đối với sinh viên. Ở nhiều trường đại học sinh viên thông qua các tổ chức Đoàn, Hội đã tìm được việc làm thêm cho mình ngay khi còn đang học cũng như việc làm sau khi tốt nghiệp ra trường.

Đoàn, Hội Sinh viên Trường Đại học Giao thông Vận tải nên tổ chức những hội thảo về các chủ đề mang tính thời sự, tổ chức các lớp học miễn phí cho sinh viên về các kỹ năng xin việc, làm việc sau tốt nghiệp.

Tổ chức Hội chợ việc làm cho sinh viên trong và ngoài trường mỗi năm một lần.

Đoàn, Hội cũng nên tổ chức các chương trình giao lưu sinh viên - doanh nghiệp, giao lưu cựu sinh viên thành đạt với sinh viên của trường...

b. Về phía bản thân sinh viên

** Phát huy tính năng động, sáng tạo của sinh viên trong các hoạt động học tập, ngoại khóa và làm thêm.*

Trong xu thế hội nhập và phát triển, từ kinh nghiệm của sinh viên quốc tế cũng như từ chính những bài học của sinh viên Việt Nam cho thấy, tính năng động sáng tạo trong sinh viên đóng vai trò vô cùng quan trọng, có rất nhiều lợi ích cho chính bản thân họ sau khi ra trường.

Nhà trường và các tổ chức đoàn thể dù có nỗ lực đến đâu, cố gắng đến đâu để khuyến khích những việc làm thêm cho sinh viên thì cũng chỉ là từ một phía. Sinh viên cần chủ động hơn, sáng tạo hơn nữa, áp dụng những kiến thức đã học vào thực tế thông qua các hoạt động xã hội hay qua việc làm thêm mà mình có điều kiện tham gia ngay khi còn ngồi trên ghế nhà trường.

Sinh viên cần chủ động trong việc tổ chức các hoạt động câu lạc bộ, hoạt động nghiên cứu khoa học, hoạt động vui chơi giải trí khác... Ví dụ như tại các trường đại học hiện nay có rất nhiều mô hình câu lạc bộ do sinh viên điều hành hoạt động như câu lạc bộ Kinh tế mới, câu lạc bộ sinh viên Nghiên cứu khoa học... Ở các câu lạc bộ này, sinh viên hoàn toàn chủ động trong việc tổ chức xây dựng chương trình sinh hoạt, tổ chức các cuộc thi kiến thức lý thuyết lẫn thực tế cho sinh viên. Kinh phí cho các hoạt động này một phần do nhà trường hỗ trợ, còn lại sinh viên phải chủ động đi mời tài trợ từ các doanh nghiệp, các tổ chức bên ngoài. Thông qua những hoạt động như thế, các em sẽ tạo cho mình những kỹ năng, kinh nghiệm rất thực tế mà không một giáo trình nào có thể đề cập đến.

Sinh viên ngoài học tập tại trường có thể tham gia viết báo, gửi tin bài cho các bản tin hay các báo trong và ngoài trường.

Sinh viên phát huy được sự năng động sáng tạo thông qua những hoạt động học tập cũng như hoạt động ngoại khóa sẽ không chỉ giúp cho bản thân thêm những kiến thức mới, kinh nghiệm mới mà còn làm cho Nhà trường, xã hội và rộng hơn là làm cho đất nước có được một nguồn lực mạnh mẽ, đủ điều kiện đáp ứng những thách thức to lớn, tận dụng những cơ hội mở rộng của xu thế hội nhập ngày nay.

** Sinh viên làm thêm cần chủ động có những biện pháp nâng cao kết quả học tập, cải thiện sức khỏe, sắp xếp thời gian hợp lý giữa việc học và việc làm.*

Khi sinh viên đi làm thêm dễ gây mất tập trung trong việc học. Do đó, sinh viên đi làm cần nhận thức việc làm thêm hiện tại chỉ mang tính nhất thời còn việc học là việc lâu dài và có ảnh

hưởng lớn đến tương lai sau này. Vì vậy, cần thu xếp một khoảng thời gian vào mỗi ngày cho việc học, đồng thời, tập trung cao độ trong giờ học trên lớp. Sinh viên đi làm thêm nên tham gia học nhóm, như vậy sẽ có nhiều lợi ích khi các em bận việc không đến lớp thường xuyên và khó tập trung học.

Sinh viên khi đi làm thêm không tránh được việc ảnh hưởng đến sức khỏe. Vì vậy, sinh viên không nên lựa chọn những công việc nặng nhọc, mất nhiều thời gian và phải thức khuya để tác động nghiêm trọng đến sức khỏe của mình. Ngoài ra, sinh viên có thể tham khảo những cách chăm sóc sức khỏe để có được một tình trạng sức khỏe tốt đảm bảo cho việc học và việc làm.

Để có được cách sử dụng thời gian hợp lý thì sinh viên cần có lịch sắp xếp công việc theo tuần, tháng: đánh dấu các buổi đi làm thêm, đi học, họp nhóm trong một cuốn sổ tay chia ô thời gian hoặc bảng biểu. Việc lên kế hoạch một cách khoa học sẽ giúp các em sử dụng quỹ thời gian một cách hợp lý hơn.

Sinh viên nên lựa chọn những công việc mang tính chất bán thời gian hoặc tạm thời, liên quan trực tiếp đến những gì đang học tại trường đại học, coi công việc đó là những bước thực tập đầu tiên để chuẩn bị cho nghề nghiệp sau này. Sinh viên nếu biết chọn công việc làm thêm đúng với ngành học của mình sẽ tạo điều kiện thuận lợi để cọ xát với nghề, sau khi ra trường ít bỡ ngỡ trước môi trường mới và có khả năng được tuyển dụng cao hơn. Nếu sinh viên đi làm thêm để tích lũy kinh nghiệm là mục tiêu chính có thể tham gia hoạt động tình nguyện, các chương trình công chúng, hoặc các trung tâm xã hội như: dạy thêm cho các em nhỏ hoàn cảnh khó khăn, tham gia tuyên truyền ngày lễ của trường, của đất nước... Không ít sinh viên đã tích lũy được kinh nghiệm và có cơ hội có việc làm tốt khi ra trường nhờ vào các hoạt động đó.

III. KẾT LUẬN

Như vậy, việc làm thêm hiện nay đang là vấn đề phổ biến trong bộ phận sinh viên của Trường Đại học Giao thông vận tải. Tuy nhiên, cái gì cũng có tính hai mặt của nó, việc đi làm thêm cũng vậy. Đi làm giúp các em sinh viên có cái nhìn sâu sắc hơn trong công việc, cuộc sống, cũng như trải nghiệm được nó. Nhưng nếu như bản thân sinh viên không biết điều chỉnh một cách hài hòa giữa việc học và việc làm thêm thì chuyện sao nhãng, ảnh hưởng tới học tập sẽ là điều khó tránh khỏi. Vì vậy, tác giả mong muốn bài viết góp một phần nhỏ đề xuất những giải pháp nhằm cân bằng việc học và việc làm của sinh viên để các em có thể phát huy hết năng lực và hoàn thành tốt những nhiệm vụ đặt ra.

Tài liệu tham khảo

- [1]. <https://toc.123doc.org/document/257109-ii-sinh-vien-di-lam-them-nhung-mat-thuan-loi-va-kho-khan.htm>
- [2]. <https://baomoi.com/tran-tro-ve-part-time/c/24540177.epi>
- [3]. <http://luanvan.co/luan-van/sinh-vien-voi-viec-lam-them-7820/>
- [4]. <https://news.zing.vn/thiet-thoi-khi-sinh-vien-lam-them-post98526.html> ♦