

ISSN 2354-0818

GIAO THÔNG

CƠ QUAN THÔNG TIN LÝ LUẬN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ CỦA BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI

THÁNG 12/2020 (NĂM THỨ 61) | tapchigiaothong.vn | E-ISSN 2615-9751

vận tải



MỘT NĂM

như lại

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP PHỤ TRÁCH
NGUYỄN VĂN HƯỜNG
Điện thoại: 0913.54.55.66
Email: nguyenhuong.tcgt@gmail.com

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

GS. TSKH. LÃ NGỌC KHUÊ; GS. TS. NGUYỄN XUÂN ĐÀO; GS. TSKH. NGUYỄN NGỌC HUỆ; GS. TS. LƯƠNG CÔNG NHỚ; PGS. TSKH. ĐẶNG VĂN UY; PGS. TS. HOÀNG HÀ; PGS. TS. TRẦN ĐẮC SỬ; PGS. TS. NGUYỄN XUÂN KHANG; PGS. TS. NGUYỄN VĂN THỤ; PGS. TS. TÔNG TRẦN TÙNG; PGS. TS. ĐÀO VĂN ĐÔNG; PGS. TS. NGUYỄN BÁ HOÀNG; PGS. TS. NGUYỄN NGỌC LONG; PGS. TS. PHẠM DUY HÒA; PGS. TS. NGUYỄN VĂN HÙNG; PGS. TS. NGUYỄN HỒNG THÁI; PGS. TS. NGUYỄN QUANG PHÚC; PGS. TS. NGUYỄN THỊ TUYẾT TRINH; PGS. TS. NGUYỄN HOÀNG LONG; TS. TRẦN DOãn THỌ; TS. CHU MẠNH HÙNG; TS. KHUẤT VIỆT HÙNG; TS. NGUYỄN NGỌC LONG; TS. LÝ HUY TUẤN; TS. PHẠM CÔNG TRINH; TS. ĐẶNG VIỆT HÀ; TS. TRẦN BẢO NGỌC; TS. NGUYỄN THANH PHONG; TS. NGUYỄN XUÂN SANG; TS. VŨ HỒNG TRƯỜNG; TS. LÊ QUỐC TIẾN; TS. NGUYỄN QUANG TUẤN; TS. LÊ ĐỖ MƯỠI; TS. NGUYỄN VĂN TƯƠI; ThS. PHẠM HỮU SƠN; ThS. LÂM VĂN HOÀNG; ThS. NGUYỄN VĂN THẠCH; CN. NGUYỄN TƯƠNG; KS. ĐÀO VĂN CHƯƠNG.

TÒA SOẠN

106 Thái Thịnh - Đống Đa - Hà Nội

Phòng Hành chính trị sự

Điện thoại: (024) 3942.6389

Fax: (024) 3822.1153

Email: tapchigtvt@mt.gov.vn

Phòng Thư ký - Biên tập

Điện thoại: (024) 3942.0744

Email: phongtkts.gtgt@gmail.com

Phòng Phóng viên - Tạp chí Điện tử

Điện thoại: (024) 3942.8737

Email: phongpv.gtgt@gmail.com

Phòng Truyền thông

Điện thoại: (024) 3822.0392

Email: phongtruyenthong.gtgt@gmail.com

Văn phòng đại diện miền Nam

92 Nam Kỳ Khởi Nghĩa - quận 1 - TP. Hồ Chí Minh

Điện thoại: (028) 3914.1489

Fax: (028) 3914.1489

Email: tapchigtvtmn@gmail.com

Văn phòng đại diện miền Trung

10B đường Nguyễn Chí Thanh

quận Hải Châu - TP. Đà Nẵng

Điện thoại & Fax: (0236) 3747.147

Email: tcgtvtmientrung@gmail.com

Giấy phép số 1983/GP - BTTTT cấp lại ngày 24/11/2011 của Bộ Thông tin và Truyền thông

Tài khoản: Tạp chí Giao thông vận tải
118000001700 - Ngân hàng Thương mại Cổ phần Công thương Việt Nam - Chi nhánh TP. Hà Nội

Mã số thuế: 0100104098

Chế bản tại Tạp chí GTVT; In tại Công ty TNHH MTV In Báo Hà Nội mới

Giá bán: 40.000 đồng

Bìa 1: Một năm nhìn lại

Trình bày bìa: Sinh Nguyễn



GIAO THÔNG
vận tải
THE TRANSPORT JOURNAL

Mục lục

CONTENTS Tháng 12 (NĂM THỨ 61)

- 04 **Biến "nguy" thành "cơ"; ngành GTVT thực hiện thành công "mục tiêu kép"**
Turning "threat" into "opportunity", the Transport Sector successfully implemented the "dual goals" **LÊ ĐỨC**
- 08 **Đường bộ "căng mình" đảm bảo giao thông thông suốt**
The Roadway best strives to ensure smooth traffic **HOÀNG LONG**
- 10 **Đường sắt nỗ lực đổi mới**
The Railway makes most efforts for innovation **MINH PHƯƠNG**
- 12 **Hàng hải giữ đà tăng trưởng trong mùa dịch covid-19**
The Maritime keeps up growth during the Covid-19 epidemic **THÙY DƯƠNG**
- 14 **Linh hoạt các giải pháp bay qua đại dịch**
Flexible solutions for flights through the epidemic **CẨM PHÚ**
- 16 **Điểm sáng cải cách đường thủy nội địa**
Bright spots in the Inland Waterway's reform **HIỂN THANH**
- 18 **Xã hội hóa nâng chất lượng, hiệu quả đăng kiểm**
Socializing to improve the quality and efficiency of the Registry **VŨ THÀNH**
- 20 **Hai "cú đấm thép" kéo TNGT giảm sâu nhất trong vòng 10 năm**
Two "steel punches" to pull down the number of traffic accidents for the deepest drop in 10 years **VŨ THÀNH VŨ**
- 22 **Dấu ấn người lính trong phát triển hạ tầng GTVT**
The soldier's imprint in the transport infrastructure development **BẢO CHÂU**
- 24 **5 trọng tâm công tác đảm bảo ATGT trong 5 năm tới**
Five focuses to ensure traffic safety in the next 5 years **CÔNG THÀNH**
- 26 **Bộ GTVT rất ráo triển khai nhiệm vụ tháng cuối năm**
The Transport Ministry speeds to implement the tasks of the yearend month **HẠ LIÊN**
- 28 **Báo động dựng rạp đám ma, đám cưới lấn đường gây mất ATGT**
Warning from funeral space and wedding stages set up encroaching the road, threatening traffic safety **HIỂU LAM - SINH NGUYỄN**
- 30 **Một số đặc tính vật liệu bê tông polymer DOM1-17 sửa chữa mặt đường sân bay trong điều kiện vừa khai thác vừa thi công**
Some characteristics of polymer concrete DOM1-17 used for repairing the airport pavement while exploitation and construction at the same time
**GS. TS. PHẠM HUY KHANG; TS. NGUYỄN TRỌNG HIỆP
ThS. TRẦN THỊ THÚY**
- 33 **Đề xuất tài trọng cấm biển cho công trình cầu giao thông tại Việt Nam**
Proposal on posting loads for bridge structures in Viet Nam
**PGS. TS. VŨ HỒNG NGHIỆP; TS. NGUYỄN ĐÌNH HÙNG
TS. NGUYỄN THẠCH QUANG**
- 37 **Nghiên cứu thực nghiệm về ảnh hưởng của động đất đến công trình ngầm**
Experimental study on the impact of earthquakes on underground works
**PGS. TS. TRẦN THỊ THU HẰNG; TS. NGUYỄN XUÂN TÙNG
PGS. TS. NGUYỄN HỮU HÙNG; PGS. TS. NGUYỄN XUÂN HUY
ThS. NGUYỄN THÀNH TÂM**

Mục lục

CONTENTS

- 41** Nghiên cứu các đặc tính khai thác vật liệu bê tông nhựa sử dụng phụ gia RFCC và đối chứng bê tông nhựa truyền thống
Investigating the mining characteristics of asphalt concrete using RFCC and comparing it with the traditional asphalt concrete
TS. NGUYỄN PHƯỚC MINH; PGS. TS. LÊ ANH THẮNG
- 46** Nghiên cứu lựa chọn phương pháp kiểm soát chất lượng thi công lớp cấp phối đá dăm ở Việt Nam
Selecting a quality control method for construction of crushed stone grades in Viet Nam
TS. BÙI TUẤN ANH
- 50** Đánh giá thực trạng và hiệu quả bảo vệ bờ biển của các công trình bảo vệ bờ kết cấu rỗng hiện nay tại khu vực đồng bằng sông Cửu Long
Assessing the current status and efficiency of the coast protection by the existing shoreline protection works with hollow structure in the Mekong Delta
ThS. NCS. NGUYỄN HẢI DƯƠNG; TS. VŨ VĂN NGHI
- 54** Nghiên cứu sản xuất thử nghiệm bản bê tông dự ứng lực liên khối làm đường ngang tại nơi giao cắt giữa đường bộ và đường sắt
Researching, manufacturing and testing the monolithic pre-stressed concrete slab used for crossroads at the intersection of roads and railways
**ThS. TRẦN ANH DŨNG; PGS. TS. LÊ HẢI HÀ
PGS. TS. TRẦN THẾ TRUYỀN
TS. NGUYỄN HỒNG PHONG**
- 59** Mô hình liên tục - rời rạc phân tích ảnh hưởng độ mở rộng vết nứt đến hệ số thấm của bê tông hạt mịn
Using the continuous - discrete model for analyzing the effect of micro cracking on the permeability of fine grain concrete
**TS. PHẠM ĐỨC THỌ; PGS. TS. ĐỖ NGỌC ANH
TS. VŨ MINH NGẠN; TS. NGUYỄN ĐÌNH HẢI**
- 64** Nghiên cứu cường độ dư trữ sau nứt dầm bê tông chất lượng cao sử dụng nano silica
Study on the post cracking remaining strength of high performance concrete beams using nano silica
**ThS. NGÔ VĂN THỨC; PGS. TS. BÙI TIẾN THÀNH
TS. NGUYỄN THỊ CẨM NHUNG
TS. NGUYỄN DUYÊN PHONG; TS. ĐẶNG VĂN KIẾN**
- 68** Một số vấn đề mới trong tính toán thiết kế cầu nhịp nhỏ và vừa cho đường sắt cao tốc
New considerations in design of bridges with short and medium spans on the hi-speed railway
TS. TRẦN VIỆT HÙNG; VŨ THÁI SƠN
- 73** Nghiên cứu ảnh hưởng của lớp móng cấp phối đá chặt gia cố nhựa nóng đến tuổi thọ của kết cấu mặt đường mềm ở Việt Nam
Research on effects of the base reinforced with rock-tight aggregate and hot asphalt on the flexible pavement life in Viet Nam
TS. TRẦN DANH HỢI; ThS. TRẦN THỊ CẨM HÀ
- 77** Ảnh hưởng của tải trọng lặp đến độ thấm clorua và độ chống thấm nước của bê tông tính năng cao
Effects of repeated loads on chloride permeability and water resistance of high performance concrete
TS. HỒ VĂN QUÂN; TS. NGUYỄN VĂN TƯƠI
- 83** Tính chuyển vị trong bán không gian vô hạn khi chịu tải phân bố đều q đặt trên biên trong phạm vi 2a và mô-men M tại gốc tọa độ
Computing the displacement in semi-infinite space under uniformly distributed load q placed on the boundary within 2a and moment M at the original coordinates
**TS. ĐẶNG XUÂN TRƯỜNG
PGS. TS. NGUYỄN HỮU BẢNG**
- 87** Phân tích động lực học tương tác giữa tải trọng đoàn tàu và tà vẹt trong đường sắt tốc độ cao
Dynamic analysis of interaction between the train load and sleepers on the hi-speed railway
**TS. NGUYỄN VĂN ĐĂNG; ThS. KIỀU QUANG THÁI
TS. TRẦN LÊ HÙNG**
- 92** Tính toán năng lực và tổ chức giao thông của nút giao ngã tư có đèn tín hiệu điều khiển
Evaluating the capacity and traffic organization of the signalized intersection
**TS. TRẦN TRUNG HIẾU; TS. TRẦN NGỌC HÙNG
ThS. NGUYỄN THỊ TRANG**
- 97** Khảo sát sự biến thiên của nhiệt độ trong tấm bê tông xi măng mặt đường ở điều kiện miền Bắc
Surveying the temperature variation in the pavement cement concrete slab in the Northern Vietnam conditions
**ThS. NCS. NGUYỄN THỊ NGÂN; TS. NGÔ VIỆT ĐỨC
PGS. TS. HOÀNG TÙNG**
- 102** Đánh giá hiệu quả việc sử dụng phụ gia hạt nhựa tái chế (HDPE) để sản xuất bê tông nhựa làm mặt đường ô tô
Evaluating the effectiveness of recycled plastic resin additives (HDPE) used to produce asphalt concrete for road pavement
TS. LÊ VĂN PHÚC; KS. TRỊNH HẢI ÂU
- 105** Đánh giá khả năng dính bám của một số nguồn đá khu vực phía Nam với nhựa đường 60/70 theo TCVN, EN và ASTM
Evaluating the adhesion ability of rock from some sources in South Vietnam on asphalt 60/70 according to TCVN, EN and ASTM
**PGS. TS. NGUYỄN MẠNH TUẤN
KS. NGUYỄN KHOA NAM
ThS. NCS. HOÀNG NGỌC TRÂM**
- 109** Đánh giá hiệu quả sử dụng đá Antraco trong xây dựng hạ tầng giao thông
Efficiency evaluation of Antraco stone used in infrastructure construction
KS. LÊ ĐĂNG KHOA; TS. TRẦN VŨ TỰ
- 114** Nghiên cứu thực nghiệm cấp phối đá dăm gia cố vôi - tro bay
Experimental study of macadam aggregate reinforced with lime and fly ash
**TS. NGUYỄN MẠNH HÙNG; TS. PHÙNG MẠNH TIẾN
KS. NGUYỄN HOÀI VĂN**
- 118** Nghiên cứu đánh giá mối quan hệ giữa sự hư hỏng mặt đường bê tông và sự tiêu hao nhiên liệu sử dụng
Study on the relationship between pavement damages and fuel consumption
**TS. TRẦN VŨ TỰ
KS. NGUYỄN VIỆT CƯỜNG**

Phát huy truyền thống đi trước mở đường, tiếp tục đổi mới, quyết liệt cải cách vì sự hài lòng hơn của người dân và doanh nghiệp

- 123** Nghiên cứu ảnh hưởng của phương pháp trộn khô nhựa tái chế PET trong bê tông nhựa tới chất lượng của bê tông nhựa nóng
Research on effects of the method to dry mix recycled polyethylene terephthalate (PET) on the quality of hot asphalt concrete
PGS. TS. NGUYỄN MẠNH TUẤN
KS. NGUYỄN ĐĂNG PHÚ; ThS. NCS. VŨ BÁ TỬ
- 128** Nghiên cứu xây dựng hệ thống giao thông thông minh phục vụ mùa lễ hội Khu Di tích lịch sử Đền Hùng
Building a smart traffic system for the festival season on Hung Temple historic site
ThS. CỐ NHƯ VẤN
- 132** Khả năng chống ăn mòn thép cacbon của lớp phủ epoxy chứa chất ức chế ăn mòn nano $\text{SiO}_2 @ \text{Ce}^{3+}$
Carbon steel corrosion resistance of the epoxy coat containing $\text{SiO}_2 @ \text{Ce}^{3+}$ nano corrosion inhibitor
PGS. TS. NGUYỄN THỊ MAI; KS. BÙI QUANG TUẤN
ThS. TỬ MINH PHƯƠNG; CN. ĐẶNG THỊ MỸ LINH
ThS. HÀ MINH NGUYỆT; TS. NGUYỄN THIÊN VƯƠNG
- 137** An Identification Method of Traffic Congestion for Urban Road Segments in Viet Nam Utilizing Comprehensive Fuzzy Assessment
MSc. VUONG XUAN CAN; MSc. VU TRONG THUAT
Dr. PHAN XUAN VU
- 141** Nghiên cứu xây dựng tương quan vận tốc gió trong đô thị cho TP. Đà Nẵng phục vụ cảnh báo giao thông
Establishing the urban wind speed correlation for Da Nang city to warn traffic
TS. VÕ DUY HÙNG; KS. VÕ DUY PHÚC ĐẠT
- 145** Khai thác an toàn hệ trục chính dùng động cơ diesel hai kỳ máy chính khi sử dụng kết quả tính ứng suất xoắn hệ trục tàu vận tải biển trong thiết kế đóng mới
Safety operation of the main propulsion axis installed with the 2-stroke diesel engine based on the torsional stress calculation in the newly designed and built sea-going ship
ThS. PHẠM VĂN THÀNH; CAO ĐỨC HẠNH
ThS. TRẦN VĂN NGỌC; PGS. TSKH. ĐỖ ĐỨC LƯU
ThS. NGUYỄN XUÂN TRỤ
- 149** So sánh tải trọng động của sơ-mi rơ-móc sử dụng hệ thống treo khí nén và sơ-mi rơ-móc sử dụng nhíp với mức tải thay đổi
Comparison of dynamic loads between the semi trailer used air suspension and the semi trailer used steel spring with variable cargo mass
TS. ĐẶNG VIỆT HÀ
- 153** Thực trạng đội tàu biển Việt Nam: Tiếp cận một số chỉ tiêu năng lực sản xuất
Current situation of Vietnamese shipping fleet: Approaching some indicators of production capacity
TS. NGUYỄN THỊ THUY HỒNG; ThS. LÊ TRANG NHUNG
- 157** Ứng dụng công nghệ thông tin trong việc nâng cao hiệu quả công tác quản lý trang thiết bị kỹ thuật
IT application in enhancing the efficiency of technical equipment management
TS. VŨ XUÂN ĐỨC; TS. HÀ ĐẠI DƯƠNG
TS. DƯƠNG VĂN THẠCH
- 160** Thiết kế, chế tạo thử nghiệm rô-bốt phục vụ kiểm tra kết nước dẫn tàu biển
Designing and pilot manufacturing robots for inspection of ship ballast water tanks
PGS. TS. NGUYỄN KIM PHƯƠNG
TS. NGUYỄN TRỌNG ĐỨC; PGS. TS. TRẦN NGỌC TỬ
ThS. TỬ MẠNH CHIẾN
- 163** Applying the international standards to assess the bus rapid transit (BRT) in Viet Nam
Prof. Dr. TU SY SUA
PhD. student NGUYEN VIET PHUONG
PhD. student LE HOAI PHONG
Dr. NGUYEN MANH HUNG; NGUYEN HUY NGHIA
- 168** Đề xuất một số giải pháp tăng cường kết nối các phương thức vận tải tại Việt Nam trong xu thế hội nhập thế giới
Proposing a number of solutions to strengthen connection of the transportation modes in Viet Nam towards the world integration
ThS. NCS. PHAN THỊ THU HIẾN
- 172** Một số giải pháp hoàn thiện quản lý nhà nước về thu từ khai thác công trình đường bộ ở Việt Nam
Some solutions to complete the State management of the revenue obtainable from the road works exploitation in Viet Nam
ThS. NCS. HOÀNG NGỌC SƠN; TS. ĐỖ VĂN THUẬN
ThS. BÙI THỊ PHƯƠNG THẢO
- 176** Nghiên cứu định hướng và giải pháp phát triển trung tâm logistics phục vụ cảng Hải Phòng
Researching the orientation and development solutions for the logistics center for Hai Phong port
ThS. MAI LÊ LỢI; PGS. TS. NGUYỄN HỒNG THÁI
- 179** Đề xuất phương án trợ giá của Nhà nước cho tuyến, đoạn tuyến, khu đoạn đường sắt phục vụ an sinh xã hội ở Việt Nam
Proposing a governmental subsidy plan for railway routes and sections that serve social security and welfare in Viet Nam
TS. HOÀNG THỊ HÀ
- 182** Đánh giá sự phát triển ngoại thương đường biển Việt Nam về mặt xã hội - con người
Evaluating the development of Vietnamese maritime trade in terms of society and people
ThS. VƯƠNG THU GIANG
- 187** Kinh nghiệm cắt rãnh tạo nhám mặt đường sân bay trên thế giới
Experiences in cutting grooves for airport pavement in the world
ThS. PHẠM VĂN LONG

Từ trang 191 đến 236 là các bài viết của các chuyên mục:

- Văn bản - Chính sách, Môi trường, Quốc tế,
- Giao thông địa phương, Phòng chống thiên tai
- Tìm kiếm cứu nạn, Chuyên đề, Thế giới xe, Tổng mục lục.

Nghiên cứu cường độ dự trữ sau nứt dầm bê tông chất lượng cao sử dụng nano silica

■ ThS. NGÔ VĂN THỨC

Trường Đại học Xây dựng Miền Tây

■ PGS. TS. BÙI TIẾN THÀNH; TS. NGUYỄN THỊ CẨM NHUNG

Trường Đại học Giao thông vận tải

■ TS. NGUYỄN DUYÊN PHONG; TS. ĐẶNG VĂN KIÊN

Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT: Hiện nay, với nhiều kết cấu bê tông trong hệ thống cơ sở hạ tầng, công trình cầu đường đang xuống cấp nhanh chóng do nhiều yếu tố khác nhau, việc dự báo cường độ dự trữ còn lại của nó là rất cấp thiết. Mục đích của nghiên cứu là xác định cường độ dự trữ sau nứt của kết cấu dầm bê tông chất lượng cao (BTCLC) sử dụng nano silica dựa trên phương pháp công phá hủy. Tiếp cận sử dụng mối quan hệ giữa công phá hủy và chiều dài phát triển của vết nứt để dự báo cường độ dự trữ sau nứt của kết cấu dầm bê tông. Cuối cùng, ảnh hưởng của nano silica đến cường độ dự trữ sau nứt của dầm BTCLC sẽ được phân tích.

TỪ KHÓA: Nano silica, cường độ dự trữ, bê tông chất lượng cao.

ABSTRACT: Currently, with many concrete structures in the infrastructure system, bridge and road construction are deteriorating rapidly due to many different factors, it is imperative to predict the remaining strength. The purpose of the study to determine the post-cracking remaining strength of high-performance concrete beam structures using nano-silica will be rated base on the work-of-fracture method. The crack propagation length in the beam structure is used to calculate the post-cracking remaining strength. The approach uses the relationship between consumption work of fracture corresponding to cracks development length, allowing predicting the remaining strength of the post-cracking concrete beam structure. Finally, the effect of nano-silica on the post-cracking remaining strength of high performance concrete beams will be analyzed.

KEYWORDS: Nano silica, remaining strength, high performance concrete.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghiên cứu sử dụng các loại phụ gia hóa học và phụ gia khoáng bổ sung vào hỗn hợp bê tông nhằm tăng

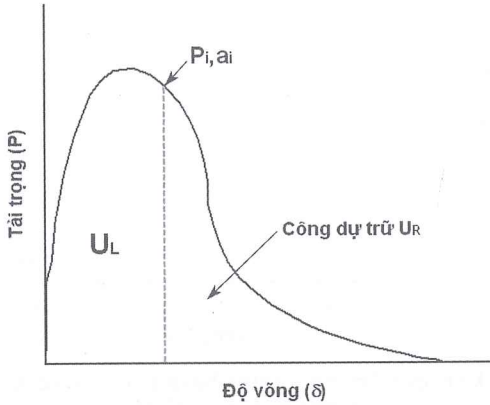
cường độ bền và các tính chất cơ học đã được nhiều ghi nhận. Vật liệu silica ở kích thước nanomet hay còn gọi là nano silica đã được nhiều tác giả đầu tư nghiên cứu để tăng cường các tính năng của bê tông [1,2,3,4]. Các hạt silica siêu mịn có đặc trưng là tỷ lệ diện tích bề mặt trên khối lượng rất lớn làm tăng khả năng hoạt tính cũng như làm chặt cấu trúc cấu trúc của bê tông, kích hoạt các phản ứng pozzolan của xi măng tăng lên, từ đó giúp loại bỏ các thành phần kém bền trong bê tông do $\text{Ca}(\text{OH})_2$, sinh; tạo ra các sản phẩm gel pozzolan có chất lượng tốt hơn. Từ đó, với sự có mặt của nano silica giúp cải thiện vi cấu trúc của bê tông, tăng khả năng chịu nén, chịu kéo, độ bền phá hủy, chống thấm, chống ăn mòn.

Hiện nay, với nhiều kết cấu bê tông trong hệ thống cơ sở hạ tầng, công trình cầu đường đang xuống cấp nhanh chóng do nhiều yếu tố khác nhau, việc đánh giá các kết cấu này không bị phá hoại đột ngột hay dự báo cường độ dự trữ còn lại của nó là rất cấp thiết. Trong nhiều thập kỷ qua, các nghiên cứu tuổi thọ của kết cấu bê tông đã thu hút rất nhiều sự chú ý và có một sự phát triển đáng kể với rất nhiều nghiên cứu. Nhưng hầu hết các khảo sát đều tập trung vào sự xuống cấp do ăn mòn bê tông và cốt thép. Trong thực tế, các hiện tượng ăn mòn sẽ bắt đầu phát triển mạnh khi kết cấu bị nứt và tác động cộng hưởng này làm nguy hại đến kết cấu bê tông. Bên cạnh đó, sự tồn tại của một vết nứt với chiều dài nhất định trong bê tông vẫn có thể chỉ ra trạng thái làm việc của kết cấu [6]. Nghiên cứu sử dụng một phương pháp phân tích để dự báo cường độ dự trữ của kết cấu BTCLC sử dụng NS sau khi nứt bằng cách sử dụng phương pháp công phá hủy dựa trên tiếp cận nghiên cứu trước đây của Hiroshi Tada [5] và Wu [6].

2. TIẾP CẬN TÍNH TOÁN CƯỜNG ĐỘ DỰ TRỮ SAU NÚT BÊ TÔNG

Theo Wu [6], cường độ dự trữ sau nứt của bê tông được tính toán dựa trên phương pháp công phá hủy. Nguồn gốc các thuật ngữ "công phá hủy", "năng lượng phá hủy" được đề xuất bởi Hillerborg năm 1976 [85]. Phương pháp công phá hủy được sử dụng khá phổ biến trong các phân tích cơ học phá hủy bê tông. Biểu đồ tải trọng - độ võng cho thấy, công phá hủy được hấp thụ bởi

sự thay đổi độ võng và chiều dài phát triển vết nứt (Hình 2.1). Diện tích bên dưới đường cong tải trọng - độ võng (P-δ) biểu thị tổng lượng công hấp thụ để gây phá hủy dầm hoàn toàn.



Hình 2.1: Biểu đồ miêu tả cường độ dự trữ sau nứt bê tông

Tổng lượng công hấp thụ bởi dầm có thể được xác định theo công thức (1):

$$U_T = W_F = \int_0^{\delta} P d\delta \quad (1)$$

Trong đó:

U_T - Tổng lượng công phá hủy (N.mm);

P - Tải trọng (N);

δ - Độ võng thu được từ thí nghiệm uốn ba điểm trên mẫu dầm có rãnh (mm).

Tại điểm i trên đường cong P-δ, tải trọng tương ứng P_i , độ võng và chiều dài phá triển vết nứt δ_i, a_i . Một lượng công sử dụng để tạo ra một vết nứt có chiều dài a_i được kí hiệu U_L , trong đó, lượng công còn lại tương ứng phần dầm chưa bị phá hoại được gọi là U_R . Khi vết nứt tiếp lan truyền tức là chiều a tăng lên, lượng công còn lại sẽ giảm xuống và chiều cao chưa nứt được tính thông qua hiệu của chiều cao dầm D và chiều dài phát triển vết nứt a .

Theo Wu [6], cường độ dự trữ của bất kỳ thành phần kết cấu bê tông nào bị phát triển vết nứt sẽ tương xứng với tỷ lệ U_R/U_T và tỉ lệ chiều dài vết nứt trên chiều cao dầm a/D , hoặc phần không nứt trên chiều cao dầm $(D-a)/D$. Do đó, có thể dự đoán cường độ dự trữ còn lại của các kết cấu bê tông bị nứt bằng cách sử dụng công phá hủy được duy trì so với tỷ lệ chiều dài vết nứt của kết cấu. Vì vậy, cường độ dự trữ sau nứt có thể được tính theo công thức 2.

$$U_R(\Delta a) = \left(1 - \frac{U_L(\Delta a)}{U_T}\right) \times 100 \quad (\%) \quad (2)$$

Trong đó:

$U_R(\Delta a)$ - Cường độ dự trữ sau nứt tương ứng chiều dài phát triển vết nứt (%);

$U_L(\Delta a)$ - Lượng công hấp thụ tương ứng chiều dài phát triển nứt (N.mm);

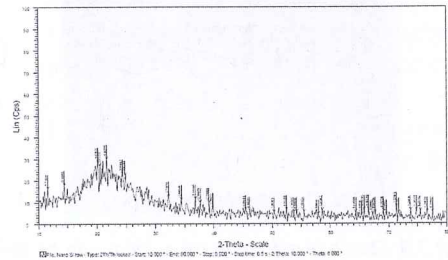
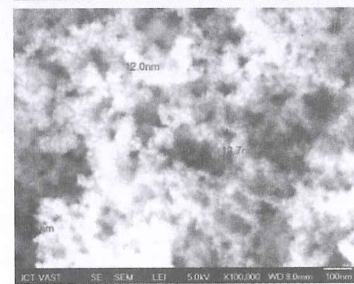
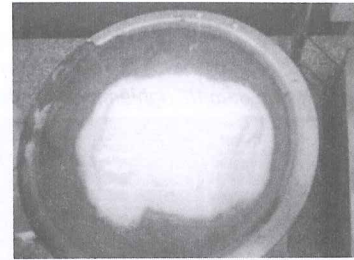
U_T - Tổng lượng công hấp thụ gây phá hủy hoàn toàn (N.mm).

3. THÍ NGHIỆM VÀ TÍNH TOÁN CƯỜNG ĐỘ DỰ TRỮ SAU NÚT BTCLC

3.1. Vật liệu và cấp phối thành phần

Vật liệu bao gồm xi măng PC 40, cốt liệu to là đá

bazan có D_{max} 12,5 mm, cát vàng có mô-đun lớn hơn 2,7, phụ gia siêu dẻo Viscocrete 3000-20M, silica fume sử dụng loại sikacrete PP1. NS sử dụng với kích thước từ 5 - 50 nm ở dạng vô định hình có thể sử dụng trong bê tông. Các hạt NS được thí nghiệm kính hiển vi điện tử SEM và phân tích XRD (Hình 3.1). Từ phân tích XRD, từ 16° đến 30° cho thấy, các hợp chất ở dạng nano và trạng thái vô định hình. Các hạt NS có dạng hình cầu với kích thước trung bình khoảng 13 nm được quan sát qua thí nghiệm SEM.



Hình 3.1: Ảnh quét SEM và kết quả soi XRD của nano silica

Dựa trên các nghiên cứu trước đây về bê tông sử dụng NS và tiêu chuẩn thiết kế thành phần bê tông cường độ cao ACI [7], các cấp phối thành phần BTCLC được tính toán thiết kế. Hàm lượng NS thêm vào BTCLC được tính theo tỉ lệ khối lượng chất dính và NS được sử dụng với các tỉ lệ 1,5% tổng khối lượng chất kết dính. Kết quả tính toán thành phần BTCLC được thể hiện trong Bảng 3.1.

Bảng 3.1. Thành phần cấp phối BTCLC sử dụng nano silica

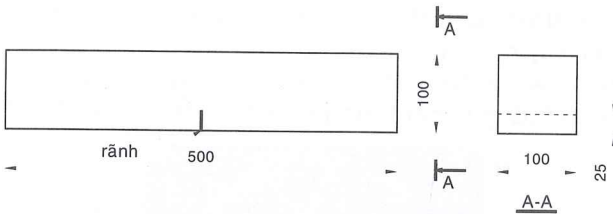
Cấp phối	Thành phần vật liệu							N/CKD
	XM (kg)	Cát (kg)	Đá (kg)	SF (kg)	NS (%)	PG (lit)	Nước (lit)	
NS0,0	544,21	674,68	1049,75	28,64	0,00	5,44	154,67	0,27
NS1,5	535,61	671,67	1049,75	28,64	1,50	7,62	154,67	0,27

Ghi chú: XM - Xi măng, NS - Nano silica, SF - Silica fume, PG - Phụ gia siêu dẻo (superplasticizer), N/CKD - Nước/chất kết dính.

3.2. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm

Mẫu dầm sử dụng trong thí nghiệm uốn ba điểm là một lăng trụ có kích thước 500x100x100 mm với một rãnh (nứt môi) rộng 2 mm, chiều sâu rãnh là 25 mm (Hình 3.2). Tất cả các rãnh được cắt trên bề mặt vuông góc với

mặt đỉnh của mẫu khi đúc mẫu. Theo Rilem [8], đảm thử nghiệm sau 28 ngày thì việc tạo rãnh được thực hiện tại ngày thứ 21. Sau đó, các mẫu được bảo dưỡng cho tới ngày thí nghiệm. Mỗi cấp phối được chuẩn bị 6 mẫu để phục vụ thí nghiệm.



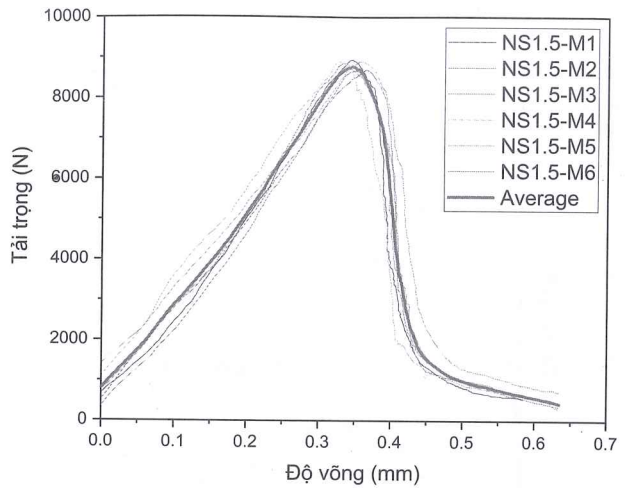
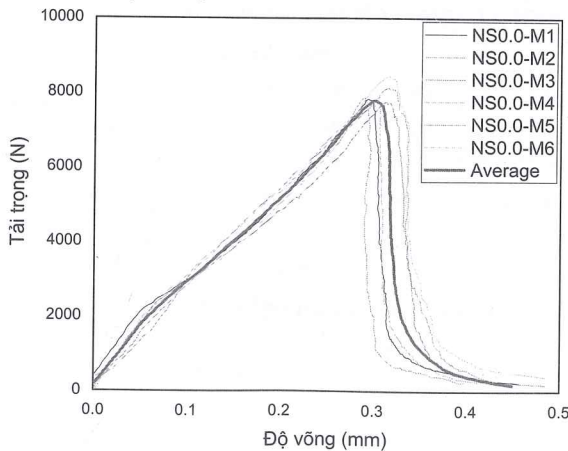
Hình 3.2: Mẫu đầm thí nghiệm uốn ba điểm



Hình 3.3: Chuẩn bị mẫu đầm thí nghiệm uốn ba điểm

3.3. Kết quả thí nghiệm

Để xác định cường độ dự trữ sau nứt của bê tông theo phương pháp công phá hủy, quan hệ giữa tải trọng và độ võng là cần thiết để phục vụ tính toán. Do đó, kết quả thí nghiệm cần quan tâm trong bài báo là các đường cong quan hệ giữa tải trọng và tải trọng (P-δ) được thu từ thí nghiệm uốn ba điểm. Kết quả thí nghiệm quan hệ P-δ được trình bày trong Hình 3.4.



Hình 3.4: Kết quả đường cong quan hệ tải trọng - độ võng BTCLC sử dụng 0%NS và 1,5%NS

3.4. Cường độ dự trữ sau nứt BTCLC sử dụng NS

Để tính toán cường độ dự trữ của BTCLC sử dụng NS sau khi nứt bằng phương pháp công phá hủy cần xác định chiều dài lan truyền vết nứt tương tải trọng và độ võng. Chiều dài phát triển vết nứt a đã được tính toán dựa trên kết quả thí nghiệm độ mở rộng miệng vết nứt (CMOD) thông qua công thức của Xu và Reinhardt [9].

Từ kết quả tính toán chiều dài lan truyền vết nứt và quan hệ tải trọng - độ võng, cường độ dự trữ được tính toán dựa trên công thức 2. Kết quả tính toán cường độ dự trữ U_R (%) của kết cấu đầm BTCLC sử dụng NS được thể hiện trong hai Bảng 3.2 và 3.3. Trong đó, $U_L(\Delta a)$ là cường độ tiêu hao do vết nứt phát triển, kết quả $U_L(\Delta a)$ trong các Bảng 3.2 và 3.3 được quy đổi về phần trăm theo tổng lượng công hấp thụ.

Bảng 3.2. Cường độ dự trữ sau nứt của BTCLC sử dụng 0%NS

Tải trọng đỉnh (N)	G_F (N.mm/mm ²)	U_T (N.mm)	a (mm)	Δa (mm)	$\Delta a / (D-a_0)$ (%)	$U_L(\Delta a)$ (%)	$U_R(\Delta a)$ (%)
7813	0,200	1454,8	-	-	-	0	100
			28,75	3,75	5	73,35	26,65
			32,50	7,5	10	77,33	22,67
			36,25	11,25	15	85,14	16,86
			40,00	15,00	20	86,35	13,65
			43,75	18,75	25	86,99	13,01
			47,50	22,50	30	87,15	12,85
			51,25	26,25	35	87,81	12,19
			55,00	30,00	40	88,22	11,88
			58,75	33,75	45	88,46	11,54
			62,50	37,50	50	88,95	11,05
			66,25	41,25	55	91,89	8,11
			70,00	45,00	60	93,62	6,38
			73,75	48,75	65	93,98	6,02
			77,50	52,50	70	94,24	5,76
			81,25	56,25	75	96,12	3,88
			85,00	60,00	80	97,55	2,45
88,75	63,75	85	98,44	1,56			
92,5	67,5	90	100	0			
-	-	-	100	0			

Bảng 3.3. Cường độ dự trữ sau nứt của BTCLC sử dụng 1,5%NS

Tải trọng đỉnh (N)	G_F (N.mm/mm ²)	U_T (N.mm)	a (mm)	Δa (mm)	$\Delta a / (D - a_0)$ (%)	$U_L (\Delta a)$ (%)	$U_R (\Delta a)$ (%)
8810	0.316	2308.90	-	-	-	0	100
			28,75	3,75	5	55,23	44,77
			32,50	7,5	10	60,70	39,30
			36,25	11,25	15	65,66	34,34
			40,00	15,00	20	67,18	32,82
			43,75	18,75	25	72,61	27,39
			47,50	22,50	30	75,69	24,31
			51,25	26,25	35	79,90	21,10
			55,00	30,00	40	83,48	16,52
			58,75	33,75	45	86,2	13,80
			62,50	37,50	50	86,52	13,48
			66,25	41,25	55	87,1	12,90
			70,00	45,00	60	87,75	12,25
			73,75	48,75	65	88,75	11,25
			77,50	52,50	70	89,65	10,35
			81,25	56,25	75	91,31	8,69
85,00	60,00	80	92,30	7,7			
88,75	63,75	85	93,71	6,29			
92,5	67,5	90	96,86	3,14			
-	-	-	-	-	100	0	

Trong các kết quả tính toán, cường độ dự trữ sau nứt đối với cùng một chiều dài phát triển vết nứt, kết quả tính của BTCLC sử dụng 1,5%NS cao hơn so với loại không sử dụng. Điều này có thể giải thích, khả năng giúp duy trì cường độ sau khi vết nứt xuất hiện của NS thông qua việc cải thiện chất lượng của vữa và vùng chuyển tiếp bề mặt cốt liệu với vữa.

4. KẾT LUẬN

Cường độ dự trữ sau nứt được đánh giá thông qua phương pháp sử dụng công phá hủy. Kết quả thu cường độ dự trữ còn lại tương ứng với chiều dài phát triển vết nứt Δa . Thông qua kết quả tính toán có thể nhận xét, cường độ dự trữ của kết cấu dầm BTCLC suy giảm đáng kể khi vết nứt phát triển. Khi sử dụng NS vào hỗn hợp BTCLC có thể cải thiện đáng kể cường độ dự trữ sau nứt so với loại không sử dụng.

Nghiên cứu sinh (tác giả thứ nhất) được tài trợ bởi Tập đoàn Vingroup - Công ty CP và hỗ trợ bởi Chương trình học bổng đào tạo thạc sĩ, tiến sĩ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF), Viện Nghiên cứu Dữ liệu lớn (VINBIGDATA).

Tài liệu tham khảo

[1]. F. Sanchez, K. Sobolev (2010), *Nanotechnology in concrete - a review*, Construction and Building Material, vol.24, pp.2060-71.
 [2]. S. Chithra, S. R. R. Senthil Kumar, K. Chinnaraju (2016), *The effect of Colloidal Nano-silica on workability, mechanical and durability properties of High Performance Concrete with Copper slag as partial fine aggregate*,

Construction and Building Materials, vol.113, pp.794-804.

[3]. G. Quercia Bianchi (2014), *Application of nano-silica in concrete*, PhD Thesis, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven.

[4]. K. Sobolev, I. Flores, L. M. Torres-Martinez, P. L. Valdez, E. Zarazua, E. L. Cuellar (2009), *Engineering of SiO₂ Nanoparticles for Optimal Performance in Nano Cement-Based Materials*, Nanotechnology in Construction, vol.3, pp.139-148.

[5]. H. Tada, B. C. Paris and G. R. Irwin (2000), *The Stress Analysis of Cracks Handbook*, New York: Wiley.

[6]. X. Wu (2006), *Prediction of service load of concrete structures after cracking*, PhD thesis, New Jersey Institute of Technology, Newark.

[7]. ACI 211.4R-08 (2008), *Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete Using Portland Cement and Other Cementitious Materials*, American Concrete Institute.

[8]. RILEM (1985), *Determination of the fracture energy of mortar and concrete by means of three-point bend tests on notched beams*, Materials and Structures, 18:285-290. Committee FMC 50.

[9]. S. Xu and H.W. Reinhardt (1998), *Crack extension resistance and fracture properties of quasi-brittle softening materials like concrete based on the complete process of fracture, complete process of fracture*, vol.92, pp.71-99.

[10]. A. Nazerigivi, H. R. Nejati, A. Ghazvinian, A. Najigivi (2018), *Effects of SiO₂ nanoparticles dispersion on concrete fracture toughness*, Construction and Building Materials, vol.71, pp.672-679.

[11]. Z. P. Bazant (2002), *Concrete fracture models: testing and practice*, Engineering Fracture Mechanics, vol.69, pp.165-205.

[12]. T. T. Bui (2007), *Numerical simulation of Fracture in Plain and Fibre-reinforced Concrete*, PhD thesis, The University of New South Wales, Sydney, Australia.

[13]. N. S. Que (2003), *Identification Of Cohesive Crack Fracture Parameters Using Mathematical Programming*, PhD thesis, The University of New South Wales, Sydney, Australia.

[14]. S. Mindess (2002), *Applications of fracture mechanics to concrete: Where do we go from here?*, Material Science to Application, vol.206, pp.475-485.

Ngày nhận bài: 01/10/2020

Ngày chấp nhận đăng: 19/10/2020

**Người phản biện: TS. Nguyễn Văn Long
 TS. Trần Thị Trúc Liễu**