



MTU
Ministry of Construction
Mien Tay Construction University



HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC TẾ PHÁT TRIỂN XÂY DỰNG BỀN VỮNG TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

International Conference on sustainable construction development
in the context of climate change in the Mekong Delta (SCD2021)



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

1
2
0
2
D
C
S



HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC TẾ PHÁT TRIỂN XÂY DỰNG BỀN VỮNG TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

International Conference on sustainable construction development
in the context of climate change in the Mekong Delta (SCD2021)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2021



MỤC LỤC

STT	Tên bài	Trang
1	Phát triển xây dựng bền vững – cơ hội và thách thức trong điều kiện chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu vùng đồng bằng sông Cửu Long Sustainable construction development – opportunities and challenges in the condition of active responsibilities to climate change area <i>TS . Trương Thị Hồng Nga</i>	3
2	Kinh nghiệm tổ chức nhà ở của châu Âu tại các vùng ngập nước tương đồng điều kiện đồng bằng sông Cửu Long European experience of housing organization in flood-prone areas similar to conditions of the mekong delta <i>Nguyen Tan Huy</i>	21
3	Kiến trúc trường học vùng đồng bằng sông Cửu Long ứng phó với biến đổi khí hậu theo hướng thích ứng, linh hoạt, đa chức năng <i>Doãn Minh Khôi, Doãn Thanh Bình, Nguyễn Mạnh Cường</i>	29
4	Tiếp cận cảnh quan văn hóa trong quy hoạch xây dựng đô thị thích ứng lũ lụt: nghiên cứu trường hợp sông Côn, sông Hà Thanh - thành phố Quy Nhơn - tỉnh Bình Định Cultural landscape along Con river and Ha Thanh river, Quy Nhon city, Binh Dinh – province: opportunities and challenges of urban development in flood adaptation <i>Phạm Việt Quang, Phạm Anh Dũng, Hoàng Anh, Cù Thị Ánh Tuyết</i>	37
5	Phân tích sự làm việc của vỏ hầm hai lớp The double - layer tunnel is operation is examined <i>Nguyễn Ngọc Huệ, Lê Minh Quang, Nguyễn Quang Quý</i>	51
6	Nghiên cứu phương pháp tính toán dao động riêng của hệ kết cấu dây cứng theo phương pháp nguyên lý cực trị gauss A research on calculation methods of natural vibrations of rigid cable structure system based on the gaussian extreme principle method <i>Phạm Hồng Hạnh, Phạm Văn Trung</i>	59
7	Phương pháp phase field với phân rã trực giao ten-xơ biến dạng mô phỏng hư hỏng kết cấu chứa vật liệu đẳng hướng Modeling of damage in structures containing isotropic material by phase field method with strain orthogonal decompositions <i>Vũ Bá Thành, Ngô Văn Thức</i>	67
8	Một số giải pháp trong khai thác nước ngầm bằng bãi giếng nhằm giảm thiểu hạ thấp mặt đất Some solutions in groundwater exploitation by good yards for reduction lowering the ground <i>Nguyễn Xuân Mãn, Nguyễn Duyên Phong</i>	75
9	Một số giải pháp trong khai thác nước ngầm bằng bãi giếng nhằm giảm thiểu hạ thấp mặt đất Some solutions in groundwater exploitation by good yards for reduction lowering the ground <i>Nguyễn Xuân Mãn, Nguyễn Duyên Phong</i>	83

- | | | |
|----|---|-----|
| 10 | Xác định các tham số neo đất phù hợp giữ ổn định bờ sông tránh sạt lở
Determination of the appropriate parameters of soil bolts for river bank reinforcement to reduce landslide
<i>Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong, Ngô Văn Thúc</i> | 89 |
| 11 | Nghiên cứu xác định phạm vi vùng ảnh hưởng khi thi công khoan kích ngầm trong điều kiện đất yếu tại khu vực đồng bằng sông Cửu Long
Estimating the influence zone induced by pipejacking in the Mekong Delta soft soil conditions
<i>Vũ Minh Ngạn, Lại Thanh Nhân, Hoàng Đình Phúc, Phạm Đức Thọ</i> | 97 |
| 12 | Nghiên cứu xây dựng mô hình số đánh giá hiệu quả xử lý nền đất yếu bằng cọc hỗn hợp vật liệu cát biển - xi măng - tro bay
3D numerical modeling to estimate the effectiveness of sea sand - cement - fly ash columns improved soft soil
<i>Pham Van Hung, Ta Duc Thinh, Nguyen Thanh Duong, Bui Anh Thang</i> | 105 |
| 13 | So sánh phương án cọc trong xử lý nền công trình thủy lợi
Comparison of pile foundation alternatives in hydraulic structure
<i>Dương Nghĩa Nhân, Trần Văn Tỷ, Lâm Tấn Phát, Võ Văn Đẩu</i> | 113 |
| 14 | Tiềm năng sử dụng tro trấu trong cải tạo, xử lý đất yếu ở đồng bằng sông Cửu Long
Potential use of rice husk ash in soft soil improvement in Mekong Delta
<i>Nguyễn Thành Dương</i> | 123 |
| 15 | Công trình ngầm thành phố và các giải pháp địa kỹ thuật
Urban underground structures and geotechnical measures
<i>Nguyen Ngoc Long Giang, Nguyen Quang Phich, Nguyen Van Manh, Phạm Văn Kiên, Dao Hong Hai</i> | 133 |
| 16 | Phát triển đô thị thông minh bền vững trong bối cảnh cuộc cách mạng Công nghệ 4.0 và khởi nghiệp sáng tạo tại một số đô thị miền Nam Việt Nam
Sustainable Smart City Development in The Context of the 4.0 Technology Revolution and Innovative Start Up in Some Cities in the South of Vietnam
<i>Pham Kien, Tran Van Thien, Tran Nguyen Nha Chi, Nguyen Quang Phich</i> | 141 |
| 17 | Mô phỏng số về lan truyền vết nứt trong dầm bê tông
Numerical simulation of crack growth in the concrete beams
<i>Nguyễn Văn Mạnh, Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Ngọc Long Giang</i> | 153 |
| 18 | Nghiên cứu và phát triển bê tông tính năng siêu cao trong xây dựng
Research and development of Ultra-High performance concrete in construction
<i>Nguyễn Xuân Mãn, Nguyễn Duyên Phong, Phạm Mạnh Hòa</i> | 159 |
| 19 | Phân tích tính chất phá hủy của dầm bê tông nứt mối sử dụng nano-silica khi chịu uốn: Thực nghiệm và mô phỏng
On the analysis fracture properties of notched concrete beams incorporating nano-silica in bending test: Experimentation and simulation
<i>Phạm Đức Thọ, Vũ Minh Ngạn, Hoàng Đình Phúc, Ngô Văn Thúc</i> | 167 |
| 20 | Khả năng sử dụng cốt liệu lớn tái chế từ bê tông phế thải để thay thế cốt liệu tự nhiên trong xây dựng công trình
The ability to use coarse recycled aggregates concrete for replacement of natural aggregates in building construction
<i>Dang Quang Huy, Bui Anh Thang, Pham Duc Tho</i> | 173 |
| 21 | Đánh giá mô hình khí hậu toàn cầu và viễn thám để ứng phó với biến đổi khí hậu tại khu vực đồng bằng sông Cửu Long
Evaluation of global climate models and remote sensing technology in response to climate change in the vietnamese mekong delta | 181 |

- 22 Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến ngập lụt thành phố Cần Thơ - các giải pháp kiểm soát và thích ứng 191
Impact of climate change on Can Tho city - The high-risk flood area division and flooding control and adaptation
Trần Thanh Thảo, Lê Thị Bạch Tuyết, Giang Văn Tuyên, Trần Quang Nhật
- 23 Ứng dụng mô hình SWMM để xuất giải pháp giảm ngập cho quận Bình Thủy, thành phố Cần Thơ 199
Applying SWMM model to propose solutions for flood mitigation at Binh Thuy district, Can Tho city
Nguyễn Ngọc Toàn, Nguyễn Đình Giang Nam, Nguyễn Võ Châu Ngân
- 24 Nghiên cứu nguyên nhân gây sạt lở bờ sông Nhu Gia tại địa bàn huyện Mỹ Tú, tỉnh Sóc Trăng 209
Study on causes for erosion of Nhu Gia River in My Tu district, Soc Trang Province
Nguyễn Thái An, Phạm Quốc Thanh, Trần Văn Tỷ, Lê Hải Trí, Huỳnh Thị Cẩm Hồng, Đinh Văn Duy
- 25 Đánh giá tính tổn thương xâm nhập mặn nguồn tài nguyên nước dưới đất tỉnh Trà Vinh 217
Đào Hồng Hải, Daniela Cid Escobar, Sergio Gil Villalba, Tibor STigte, Nguyễn Việt Kỳ
- 26 Some issues in the planning, artificial recharge, exploiting and protecting groundwater resources in Tra Vinh province 225
Nguyen Viet Ky, Dao Hong Hai
- 27 Photocatalytic performance of TiO₂ nanoparticle doped by transition metal ion 233
Jittinat Sirichokthanasarp, Patcharaporn Phuinthiang, Dang Trung Tri Trinh, Duangdao Channei, Kantapat Chansaenpak, Auppatham Nakaruk, Wilawan Khanitchaidecha
- 28 Đánh giá tổn thương do tác động biến đổi khí hậu – trường hợp nghiên cứu tại tỉnh Trà Vinh 243
Assessment the vulnerability on climate change impact– case study in tra vinh province
Nguyễn Quốc Hậu, Trịnh Công Luận, Nguyễn Thị Hồng Điệp
- 29 Đánh giá hiệu quả hệ thống giao thông - thủy lợi đáp ứng tiêu chí nông thôn mới của huyện Long Mỹ, tỉnh Hậu Giang 251
Evaluation of the effectiveness of the transportation - irrigation system adapt to the new rural area criteria at Long My district, Hau Giang province
Ngô Quốc Phục, Trương Yến Linh, Ngô Thị Ngọc, Nguyễn Võ Châu Ngân
- 30 Research on urban infrastructure solutions Adapting to climate change conditions in HCMC and the Mekong Delta 261
Ngo Trung Duong, Vo Anh Tuan

MTUMinistry of Construction
Mien Tay Construction University**BỘ XÂY DỰNG****TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG MIỀN TÂY**Số 20B Phó Cơ Điều, Phường 3, Thành phố Vĩnh Long, Tỉnh Vĩnh Long
(0270) 3823657 - 3825903 - 3839768; Website: www.mtu.edu.vn

THÔNG DIỆP CỦA HIỆU TRƯỞNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG MIỀN TÂY

Trong những năm qua, dưới tác động của biến đổi khí hậu, tần suất và cường độ của thiên tai ngày càng gia tăng, gây ra nhiều ảnh hưởng đến đời sống con người, sự phát triển kinh tế - xã hội cũng như tuổi thọ của các công trình xây dựng. Được sự chỉ đạo của Bộ Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây phối hợp với Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG TP.HCM, Hội Bê tông Việt Nam, Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam, Hội Kết cấu và Công nghệ Xây dựng Việt Nam tổ chức Hội thảo khoa học quốc tế phổ biến kết quả nghiên cứu KH & CN để áp dụng trong thực tiễn với chủ đề **“Phát triển xây dựng bền vững trong điều kiện biến đổi khí hậu khu vực đồng bằng sông Cửu Long”**.

Trong quá trình chuẩn bị, Ban Tổ chức Hội thảo đã nhận được nhiều bài viết của các nhà khoa học gửi đến đăng ký tham dự. Qua đó, Ban Khoa học đã tổ chức lấy ý kiến phản biện và lựa chọn 77 bài viết đủ tiêu chuẩn để đăng trên các ấn phẩm của Hội thảo. Đây là cơ hội để các nhà khoa học trong và ngoài nước cùng tổng kết các công trình đã nghiên cứu để thảo luận, mở ra các hướng nghiên cứu mới đáp ứng mục tiêu chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu trong tình hình mới.

Thay mặt Ban tổ chức Hội thảo, chúng tôi gửi lời cảm ơn đến lãnh đạo Bộ Xây dựng đã quan tâm, cảm ơn các đơn vị đồng tổ chức, các đồng nghiệp, nhà khoa học đã làm việc rất nhiệt tình để Hội thảo được tổ chức theo kế hoạch. Ban tổ chức hy vọng các đại biểu, các nhà khoa học tiếp tục tham gia và đóng góp ý kiến để góp phần tạo nên sự thành công của Hội thảo.

Kính chúc quý vị mạnh khỏe, hạnh phúc, chúc Hội thảo thành công tốt đẹp.

Trân trọng!

TS. Nguyễn Văn Xuân

Hiệu trưởng Trường Đại học Xây dựng Miền Tây

PHÂN TÍCH TÍNH CHẤT PHÁ HỦY CỦA DẦM BÊ TÔNG NỨT MỖI SỬ DỤNG NANO - SILICA KHI CHỊU UỐN: THỰC NGHIỆM VÀ MÔ PHỎNG

ON THE ANALYSIS FRACTURE PROPERTIES OF NOTCHED CONCRETE BEAMS INCORPORATING NANO-SILICA IN BENDING TEST: EXPERIMENTATION AND SIMULATION

Phạm Đức Thọ, Vũ Minh Ngạn, Hoàng Đình Phúc, Ngô Văn Thúc

ABSTRACT:

Applying nano-silica, as cementitious materials in concrete mixes, is expected to be an improving technique, from both mechanical properties and durability points of view. This study aims to analyse the characteristics of fractures in concrete beams incorporating nano - silica in bending tests, such as fracture energy, characteristics of crack length, and crack propagation. Experimental results found an increasing nano-silica and of fracture energy 37% with incorporation 0.5% nano - silica. A numerical simulation based on nonlinear fracture mechanics of the experimental test by using lattice model is carried out in order to determine fracture characteristics and the crack propagation.

KEYWORDS: *Concrete Incorporating Nanosilica, Fracture mechanic, Crack propagation, Lattice model.*

TÓM TẮT:

Áp dụng nano - silica, làm vật liệu kết dính trong hỗn hợp bê tông, được kỳ vọng sẽ là một kỹ thuật tiên tiến nhằm nâng cao các tính chất cơ học và độ bền. Nghiên cứu này nhằm mục đích phân tích, xác định các tính chất phá hủy của dầm bê tông kết hợp nano - silica khi chịu uốn như như năng lượng phá hủy và chiều dài đặc trưng nứt. Kết quả thí nghiệm cho thấy sự tăng các tính chất phá hủy theo hàm lượng nano - silica và sự gia tăng năng lượng phá hủy 37%. Một mô phỏng số dựa trên cơ học phá hủy phi tuyến để mô phỏng thực nghiệm bằng cách sử dụng mô hình lưới được thực hiện để xác định đặc điểm phá hoại và sự lan truyền vết nứt.

TỪ KHÓA: *Bê tông sử dụng nano - silica, cơ học phá hủy, Lan truyền nứt, Mô hình lưới.*

Phạm Đức Thọ

Group Geotechnical Engineering, Construction Materials and Sustainability (GCMS), Faculty of Civil engineering, Hanoi University of Mining and Geology. 18, Vien Street, Ward Duc Thang, Bac Tu Liem, Hanoi.

Email: phamductho@humg.edu.vn

Tel: 0976415657

Vũ Minh Ngạn

Group Geotechnical Engineering, Construction Materials and Sustainability (GCMS), Faculty of Civil engineering, Hanoi University of Mining and Geology. 18, Vien Street, Ward Duc Thang, Bac Tu Liem, Hanoi.

Email: vuminhngan@humg.edu.vn

Hoang Dinh Phuc

Group Geotechnical Engineering, Construction Materials and Sustainability (GCMS), Faculty of Civil engineering, Hanoi University of Mining and Geology. 18, Vien Street, Ward Duc Thang, Bac Tu Liem, Hanoi.

Email: hoangdinhphuc@humg.edu.vn

Ngo Van Thuc

Office of Science Management and International Affairs, Mien Tay Construction University; 20B, Pho Co Dieu Str., ward 3, Vinh Long,

Email: ngovanthuc@mtu.edu.vn

1. INTRODUCTION

Nanomaterials are materials comprising particles with particle sizes between 1–100 nm. The incorporation of nanomaterials into concrete has significantly improved the mechanical properties and durability of concrete (Rezania et al., 2019; Zhang et al., 2021).

Nanometer-sized silica materials in concrete are considered a new step compared to silica fume materials (micrometer sizes). For high-performance concrete (HPC) with nano - silica (NS) added, the mechanical properties such as compressive strength, flexural strength, elastic modulus, and stress - deformation characteristics are significantly improved (Zhang et al., 2017). Said et al. (Said et al., 2012) observed that the compressive strength of concrete blended with 6% of the cement weight of NS was 36% higher than the control concrete.

Fracture properties are extremely important for the safety and durability of structures constructed with concrete composite. The improved pore structure of concrete composite by incorporating NS particles causes densification of the paste - aggregate transition zone, which in turn affects the fracture properties. The influence of NS on the fracture characteristics of concrete was mentioned (Chithra et al., 2016; Khaloo et al., 2016; Zhang et al., 2021), but there were no specific studies for evaluation.

In the research (Zhang et al., 2021) for the percentage replacement of NS was greater than 2%, the initial and final crack blow counts of concrete began to decline; when the substitution rate of NS was 5%, the number of blows at the first

crack and at the failure of the concrete were both reduced to 27%.

Although there have been a large number of research on the impact resistance of ordinary concrete, and the mechanical properties and durability of concretes containing NS, but research related to fracture properties for nano - silica for concrete is very limited in the literature. Therefore, in this study, the effects of different NS dosages on the fracture energy and characteristic length. The fracture energy and characteristic length will be determined from experimentation and simulation by using lattice model.

2. MATERIALS AND METHODS**2.1. Experimental method**

HPC contains NS is designed with typical intensity of 70MPa calculated by the ACI method (ACI 201.2R-08, n.d.). HPC's composition with 0% and 0.5% ratios were used for the fracture characterization test. The percentage of superplasticizer is selected according to the manufacturer's recommendations and is adjusted in practice to ensure the workability of the concrete mixture.

The cement used was Ordinary Portland classified according to ASTM standards. The aggregate used for concrete experiments is macadam. The content of Cl⁻ ion in aggregate must not exceed 0.01% of alkali-silica reaction ability for large aggregates as specified with small aggregates. The sand used to manufacture experimental concrete is raw sand, exploited on Hong River (Viet Tri mine). The sand is

analyzed for grain composition according to ASTM C33. Water for concrete construction (aggregate washing, concrete mixing, and maintenance) is taken from the tap water of the domestic water supply system. Quality assurance of impurities that affect the properties of concrete and no side effects with additives. NS used is silicon Fusil 200 nano product of Chinese Fuchang chemical company. The mixture design is shown in Table 1.

Table 1. Mixture design for concrete incorporating nano-silica

Composition	NS0.0	NS0.5
Ciment (kg)	544.21	541.34
Sand (kg)	674.68	673.68
Aggregate (kg)	1049.75	1049.75
Silica fume (kg)	28.64	28.64
Nano-silica (%)	0%	0.5%
Superplasticizer (l)	5.44	6.53
Water (l)	154.67	154.67

A series of notched beam specimens with size of 100x100x500 mm were prepared to determine the fracture properties. The beam specimen was sawed from the span centre of the lower surface to produce a pre-cutting crack with depth of 2 mm. All notches are cut on a surface perpendicular to the top of the sample during casting. Test beams after 28 days shall be made the notch on the 21st day. After that, the samples are cured until the day of testing. The shape and set up a test of the beam specimen are provided in Figure 1.



Figure 1. Three-point bending test of HPC beam notched incorporating nano - silica

2.2. Modelling by lattice model

The spatial arrangement of the lattice elements and their cross-sectional properties in the lattice model is based on Delaunay and Voronoi

tessellations (Peter Grassl, 2009; Pham et al., 2020) of the domain shown in Figure 2.

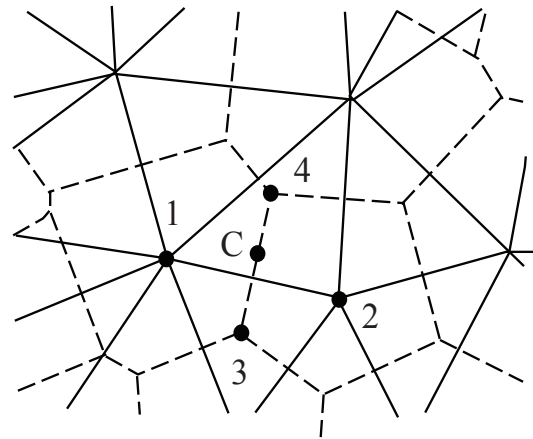


Figure 2. Lattice model for fracture analysis

Each node of mechanical element has three degrees of freedom that are two translations u and v and a rotation ϕ . The displacement jump at the centroid C of the element's mid cross-section relates to the nodal unknowns as follows:

$$u_c = Bu_e \quad (1)$$

where

$$u_e = \{u_1, v_1, \phi_1, u_2, v_2, \phi_2\}^T \quad (2)$$

$$u_c = \{u_c, v_c\}^T$$

$$B = \begin{bmatrix} -1 & 0 & e_c & 1 & 0 & -e_c \\ 0 & -1 & -h_c/2 & 0 & 1 & -h_c/2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

The cross-section is determined by $A=l_e t$ where l_e is length of mid-section, t is the out - plan thickness $I = \frac{l_e^3 t}{12}$ and is the moment of inertia. The displacement u_c is replaced by deformation $\varepsilon = u_c/h_e$, with h_e is the length of the mechanical element. The rigid matrix of lattice element in the local coordinate system is determined by:

$$K = \frac{A}{h_e} B^T D_e B \quad (4)$$

where D_e is the elastic stiffness.

The stress-strain relation in the damaged mechanic framework reads

$$\sigma = (1 - \omega)D_c \varepsilon = (1 - \omega)\bar{\sigma} \quad (5)$$

where ω is the damage variable; $\bar{\sigma} = (\bar{\sigma}_n, \bar{\sigma}_s)^T$ the stress vector; $D_c = \begin{bmatrix} E & 0 \\ 0 & \gamma E \end{bmatrix}$; $\sigma^f = (P_f, 0)^T$ b the Biot's coefficient. For the plane stress condition, $E = \frac{\bar{E}}{1 - \nu}$; $\gamma = \frac{1 - 3\nu}{\nu + 1}$ with E and ν are Young's modulus and Poisson ratio. The variable ω is a function of a history variable κ , which is determined by the loading function:

$$f(\varepsilon, \kappa) = \varepsilon_{eq}(\varepsilon) - \kappa \quad (6)$$

The equivalent strain ε_{eq} is defined as

$$\varepsilon_{eq}(\varepsilon_s, \varepsilon_n) = \frac{1}{2} \varepsilon_0 (1 - c) + \sqrt{\left(\frac{1}{2} \varepsilon_0 (1 - c) + \varepsilon_n\right)^2 + \frac{c \lambda^2 \varepsilon_s^2}{q^2}} \quad (7)$$

where $s = f_s/f_t$, $c = f_c/f_t$, $f_t = E\varepsilon_0$ is the tensile strength, f_s is the shear strength, f_c is the compressive strength and ε_0 is the model parameters.

The loading-unloading condition is ensured by

$$f \leq 0, \quad \dot{\kappa} \geq 0, \quad \dot{\kappa} f = 0 \quad (8)$$

The softening curve is controlled by the fracture energies of pure compression G_{fc} and of pure tension G_{ft} for compressive and tensile conditions as follows

$$\sigma_n = f_t e^{\left(\frac{-\bar{e}}{\omega_i}\right)} \quad (9)$$

with $i = c$ (compression) or t (tension); $\omega_i = G_{fi}/f_i$; $\bar{e} = \|e\|$ is the equivalent crack opening; e is the crack opening vector defined by

$$e = h_c \omega \varepsilon \quad (10)$$

To determinate the fracture energy, the simulation of the notched beam was carried out. To analysis, finite element code with object oriented architecture OOFEM will be used for meshing and calculating. The geometry, mesh, and boundary

condition were shown in figure 3.

The depth notched will vary from 10 mm to 60 mm, then fracture energy and characteristic length will be determined.

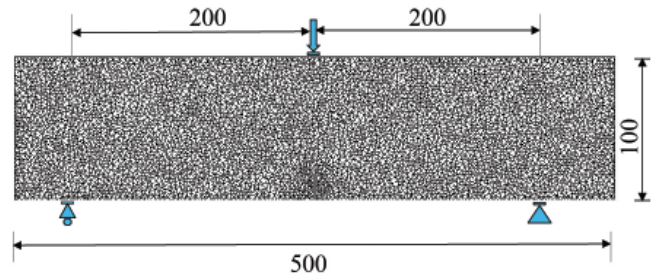


Figure 3. Geometry, mesh, and boundary condition

Table 2. Parameters for lattice model

Mix code	Model parameter			
	f'c (MPa)	f't (MPa)	E (GPa)	Gf
NS0.0	82	5.4	45.5	Depend on a
NS0.5	84	5.8	47.6	Depend on a

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Fracture energy

Fracture energy G_f , by RILEM (Bažant and Xiang, 1997; Karihaloo, 1995) may be as the average of the local fracture energy function over the initial un-cracked ligament area. The relationship between all the associated variables is given by:

$$G_f(a, W) = \frac{1}{(W - a)B} \int P d\delta \quad (11)$$

Where δ is deflexion of beam, B is width of the specimen, W is the hight of the specimen and a is depth of notch.

The relationship between the load and deflection ($P-\delta$) of high-performance concrete for experiment and simulation by lattice model with additional NS = 0.5% is shown in Figure 4. The lattice model based on Mazard model reproduce a good agreement with experimental results.

Figure 5 shows the load – deflection curves for simulation, it can be observed that the mix with NS0.5, the P_{max} increases 14% vs mix without NS.

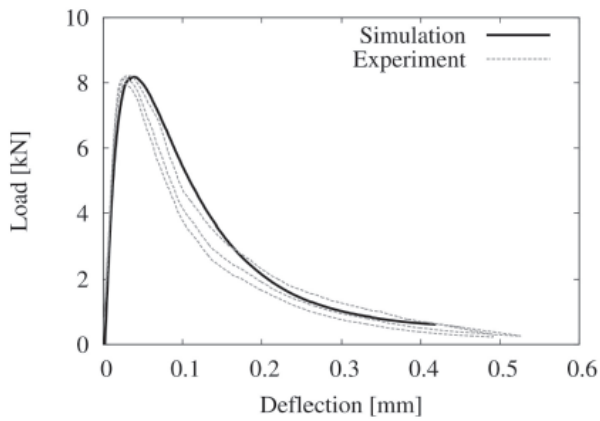


Figure 4. Load - Deflection for NS0.5

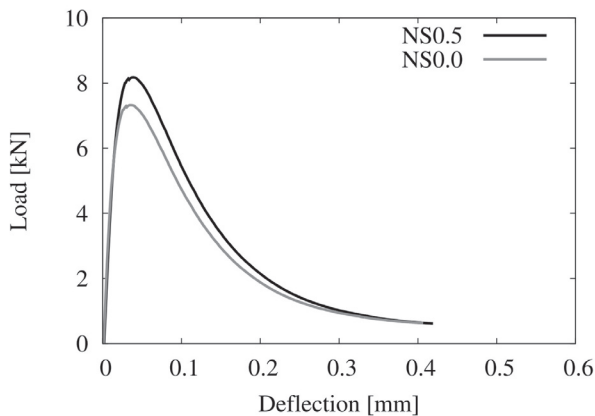


Figure 5. Load - Deflection simulation NS 0.0 and NS0.5

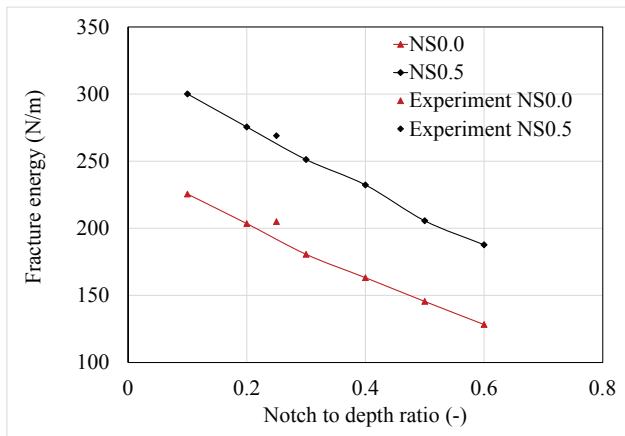


Figure 6. Fracture energy vs notch to depth ratio

Figure 6 shows significant improvement in size dependent fracture energy for the control mix without and with nano-silica for the experiment and simulation results. In general, fracture energy decreases linearly with the notch depth, and the incorporation 0.5% nano-silica increases the fracture energy is about 37% for the mix without NS. The improved fracture

energy can be due to the additional pozzolanic reaction of nano-silica which consumes portlandite present in the hydration product. The addition C-S-H gel enhances the pore structure of concrete by bridging the nano level crack. In this experiment, only one test was carried out with the notch depth is 25mm, so the notch to depth ratio is 0.25. It can be noted that the lattice model is reasonably predicting the fracture energy.

3.2. Characteristic length

Basing on the characteristic length of the fracture process zone to evaluate the brittleness of concrete mixes with the change of NS content. This parameter was determined based on the energy parameters of G_f , tensile strength, and elastic modulus. Characteristic length is follow ((Jan G.M. van Mier, 2013; Karihaloo, 1995)):

$$L_{ch} = \frac{G_f(a, W)E}{f_c^2} \quad (12)$$

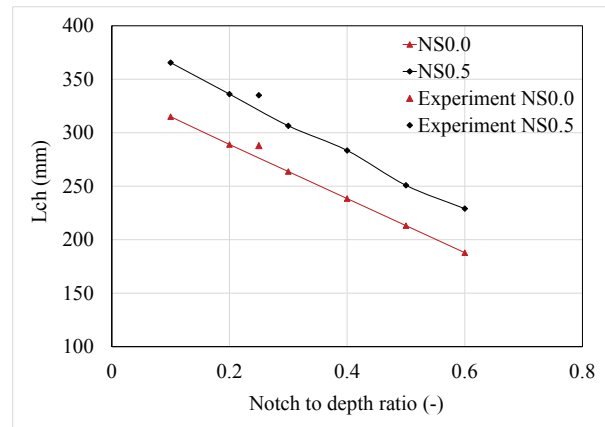


Figure 7. Characteristic length vs notch to depth ratio

Figure 7 show that the notch-to-depth ratio affecting the level of characteristic length for the experiment and simulation results, where the characteristic length decreases as the notch to depth ratio increases. It can be noted that the lattice model is reasonably predicting the Characteristic length in function of notch to depth ratio.

Finally, the crack propagation during the bending test for experiment and simulation is shown in figure 8. It can be observed the crack propagation started at the notch tip and propagated to the loading point. The crack propagated as the flexural tensile cracks increases.

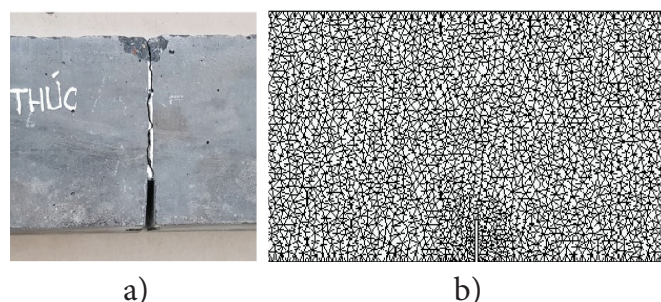


Figure 8. Crack propagation:
a) Experiment, b) Simulation

4. CONCLUSIONS

This study presents the experimental approach and mechanical lattice modeling to determine the fracture properties of concrete with and without NS. The following conclusions were drawn:

- The incorporation of nano-silica 0.5% by cement weight in convention normal strength concrete exhibits improvement in fracture properties like fracture energy and characteristic length about 37%.

- The specific fracture energy G_f and characteristic length measured using the RILEM work-of-fracture procedure is found dependent linearly on the notch to depth ratio.

Acknowledgement: Ngo Van Thuc was funded by Vingroup Joint Stock Company and supported by the Domestic Master/ PhD Scholarship Programme of Vingroup Innovation Foundation (VINIF), Vingroup Big Data Institute (VINBIGDATA), code VINIF.2020.TS.86.

5. REFERENCES

- [1] ACI 201.2R-08, n.d. Guide to Durable Concrete, Reported by ACI Committee 201.
- [2] Bažant, Z.P., Xiang, Y., 1997. Crack Growth and Lifetime of Concrete under Long Time Loading. *J. Eng. Mech.* 123, 350–358. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9399\(1997\)123:4\(350\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9399(1997)123:4(350)).
- [3] Chithra, S., Senthil Kumar, S.R.R., Chinnaraju, K., 2016. The effect of Colloidal Nano-silica on workability, mechanical and durability properties of High Performance Concrete with Copper slag as partial fine aggregate. *Constr. Build. Mater.* 113, 794–804. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.119>.
- [4] Jan G.M. van Mier, 2013. *Concrete Fracture: A Multiscale Approach*.
- [5] Karihaloo, B.L., 1995. *Fracture Mechanics and Structural Concrete*. Longman Scientific & Technical.
- [6] Khaloo, A., Mobini, M.H., Hosseini, P., 2016. Influence of different types of nano-SiO₂ particles on properties of high-performance concrete. *Constr. Build. Mater. C*, 188–201. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.041>
- [7] Peter Grassl, 2009. A lattice approach to model flow in cracked concrete. *Cem. Concr. Compos.* 31, 454–460.
- [8] Pham, D.T., Sorelli, L., Fafard, M., Vu, M.-N., 2020. Hydromechanical couplings of reinforced tensioned members of steel fiber reinforced concrete by dual lattice model. *Int. J. Numer. Anal. Methods Geomech.* n/a. <https://doi.org/10.1002/nag.3148>.
- [9] Rezania, M., Panahandeh, M., Razavi, S.M.J., Berto, F., 2019. Experimental study of the simultaneous effect of nano-silica and nano-carbon black on permeability and mechanical properties of the concrete. *Theor. Appl. Fract. Mech.* 104, 102391. <https://doi.org/10.1016/j.tafmec.2019.102391>.
- [10] Said, A.M., Zeidan, M.S., Bassuoni, M.T., Tian, Y., 2012. Properties of concrete incorporating nano-silica. *Constr. Build. Mater.* 36, 838–844. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.06.044>.
- [11] Zhang, P., Sha, D., Li, Q., Zhao, S., Ling, Y., 2021. Effect of Nano Silica Particles on Impact Resistance and Durability of Concrete Containing Coal Fly Ash. *Nanomaterials*. <https://doi.org/10.3390/nano11051296>.
- [12] Zhang, P., Wan, J., Wang, K., Li, Q., 2017. Influence of nano-SiO₂ on properties of fresh and hardened high performance concrete: A state-of-the-art review. *Constr. Build. Mater.* 148, 648–658. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.05.059>.

HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC TẾ: PHÁT TRIỂN XÂY DỰNG BỀN VỮNG TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG - INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE CONSTRUCTION DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE IN THE MEKONG DELTA (SCD2021)

Bộ Xây Dựng; Trường đại học Xây dựng Miền Tây; Trường đại học Xây dựng; Trường đại học Bách Khoa – ĐHQG TP. Hồ Chí Minh; Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam; Hội Kết cấu và công nghệ xây dựng Việt Nam; Hội Bê tông Việt Nam

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

37 LÊ ĐẠI HÀNH – QUẬN HAI BÀ TRƯNG – HÀ NỘI

Điện thoại: 024.37265180 Fax: 024.39785233

Website: Nxbxaydung.com.vn

Email: sachdientu@nxbxaydung.com.vn

Văn phòng Đại diện tại Thành phố Hồ Chí Minh

Địa chỉ: Lầu 4 tòa nhà văn phòng 159 Điện Biên Phủ, P. 15, Q. Bình Thạnh, TP. Hồ Chí Minh

Điện thoại: 028.22417279

Chịu trách nhiệm phát hành xuất bản phẩm điện tử:

Giám đốc – Tổng Biên tập:

NGÔ ĐỨC VINH

Chịu trách nhiệm nội dung:

Giám đốc - Tổng Biên tập: NGÔ ĐỨC VINH

Biên tập viên: LÊ HỒNG THÁI

Chế bản: NGUYỄN HỮU LONG

Thiết kế bìa: VŨ THỊ BÌNH MINH

Xuất bản phẩm điện tử được đăng tải tại địa chỉ Website của Nhà xuất bản xây dựng: Nxbxaydung.com.vn.

Định dạng: PDF

Dung lượng: 58 (MB).

Số xác nhận ĐKXB: 3538-2021-CXBIPH/01-340/XD cấp ngày 11 tháng 10 năm 2021.

Mã ISBN: 978-604-82-5956-3

QĐXB số: 1252-2021/QĐ-XBSĐT-NXBXD ngày 13 tháng 10 năm 2021.

QĐPH số: 1252-2021/QĐ-PHSĐT-NXBXD ngày 15 tháng 10 năm 2021.

HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC TẾ PHÁT TRIỂN XÂY DỰNG BỀN VỮNG TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

International Conference on sustainable
construction development
in the context of climate change
in the Mekong Delta (SCD2021)



MTU
Ministry of Construction
Mien Tay Construction University



ISBN: 978-604-82-5956-3



9 786048 259563