HỘI CƠ HỌC VIỆT NAM
HỘI CƠ HỌC VẬT RẮN

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

TUYỂN TẬP CÔNG TRÌNH

Hội nghị Khoa học toàn quốc
Cơ học Vật rắn lần thứ XV

TP. Thái Nguyên, ngày 24 - 25 tháng 9 năm 2021

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
NĂM 2021

Tuyển tập công trình Hội nghị khoa học toàn quốc Cơ học Vật rắn lần thứ XV

TP Thái Nguyên, 24-25/9/2021

© 2021 Nhà xuất bản Đại học Thái Nguyên.

Không phần nào trong xuất bản phẩm này được phép sao chép hay phát hành dưới bất kỳ hình thức hoặc phương tiện nào mà không có sự cho phép trước bằng văn bản của cơ quan chủ quản.

Nhà xuất bản Đại học Thái Nguyên

Địa chỉ : Phường Tân Thịnh – Thành phố Thái Nguyên – Tỉnh Thái Nguyên

Điện thoại liên hệ: (0280) 3.840023 - (0280) 3.601004

Email: nxb.dhtn@gmail.com

Website: http://nxb.tnu.edu.vn

Ban Biên tập

Đồng trưởng ban: Đào Huy Bích, Trần Ích Thịnh

Nguyễn Đông Anh, Nguyễn Đăng Bích, Phạm Đức Chính, Nguyễn Thái Chung, Nguyễn Tiến Chương, Nguyễn Mạnh Cường, Nguyễn Văn Đạt, Phạm Tiến Đạt, Nguyễn Đình Đức, Nguyễn Trung Hiếu, Lê Khả Hòa, Đặng Xuân Hùng, Nguyễn Xuân Huy, Nguyễn Tiến Khiêm, Ngô Như Khoa, Nguyễn Đình Kiên, Nguyễn Trung Kiên, Nguyễn Việt Khoa, Bùi Hải Lê, Trần Văn Liên, Đào Như Mai, Dương Phạm Tường Minh, Nguyễn Trang Minh, Vũ Hoài Nam, Nguyễn Thị Thanh Nga, Vũ Ngọc Pi, Trần Hữu Quốc, Lê Minh Quý, Nguyễn Hồng Thái, Trương Tích Thiện, Đỗ Văn Trường, Trần Thanh Tuấn, Trần Minh Tú, Hoàng Văn Tùng, Trần Bảo Việt, Phạm Chí Vĩnh

MÃ SỐ: 02 - 153 / ĐHTN - 2021

LỜI KHAI MẠC

Kính thưa: Các Quý vị đại biểu, Thưa các đồng nghiệp,

Kính thưa toàn thể Hội nghị,

Hôm nay, chúng tôi rất vinh dự được chào đón các Quý vị đại biểu, các Nhà khoa học, các đồng nghiệp từ các trường Đại học, Cao đẳng, các Viện nghiên cứu, các Bộ, Ngành, Trung tâm, các Công ty trong cả nước về tham dự Hội nghị Cơ học Vật rắn lần thứ XV dưới hình thức trực tuyến (nếu không vì dịch bệnh Covid-19, Hội nghị đã được tổ chức trực tiếp tại trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, Đại học Thái Nguyên vào đầu tháng 8 vừa qua).

Đây là Hội nghị khoa học thường kỳ của Hội Cơ học Vật rắn, được tổ chức hai năm một lần nhằm tạo điều kiện cho các cán bộ giảng dạy và nghiên cứu khoa học, cán bộ quản lý và sản xuất trong cả nước báo cáo và trao đổi các kết quả nghiên cứu khoa học mới, đồng thời định ra những hướng nghiên cứu, ứng dụng thiết thực trong thời gian tới.

Thay mặt BCH Hội Cơ học Vật rắn, tôi xin trân trọng tuyên bố khai mạc Hội nghị khoa học toàn quốc Cơ học Vật rắn lần thứ XV.

Kính thưa Hội nghị,

Đến dự Hội nghị hôm nay, chúng ta vui mừng được đón tiếp gần **200** cán bộ cơ học chuyên ngành Cơ học Vật rắn trong cả nước với **116** công trình khoa học sẽ được báo cáo. Các công trình khoa học tại Hội nghị thuộc cả hai lĩnh vực nghiên cứu cơ bản và nghiên cứu ứng dụng của Cơ học Vật rắn trong kỹ thuật đều có tính thời sự, đi vào các lĩnh vực mới của chuyên ngành Cơ học Vật rắn mà giới khoa học quốc tế và trong nước đang quan tâm.

Các báo cáo khoa học đã qua một quy trình phản biện nghiêm túc (hai hoặc ba phản biện độc lập cho 1 báo cáo) và đã được xuất bản trong Tuyển tập các công trình khoa học của Hội nghị, Nhà xuất bản Đại học Thái Nguyên, với ISBN theo quy định quốc tế (đây là điểm mới đáng ghi nhận của Hội nghị lần này) và các báo cáo sẽ được trình bày tại 7 phân ban trong ngày hôm nay theo chương trình chi tiết mà các Quý vị đã có trong tay từ hơn 2 tuần qua.

Thay mặt Ban tổ chức Hội nghị, chúng tôi xin cám ơn các Quý vị đại biểu, cám ơn các báo cáo viên đã gửi bài đúng hạn, chất lượng và đến báo cáo tại Hội nghị trong ngày hôm nay. Đặc biệt, chúng tôi xin gửi lời cám ơn sâu sắc đến Đảng Ủy, Ban Giám Hiệu, các Phòng, Ban, Khoa và cán bộ của trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, Đại học Thái Nguyên đã rất nhiệt tình và giành nhiều thời gian, công sức đồng tổ chức Hội nghị này.

Xin cám ơn các tập thể và cá nhân trong các Ban của Hội nghị: Ban Khoa học (Đồng trưởng ban là GS. Đào Huy Bích, PGS. Ngô Như Khoa và các thành viên), Ban Tổ chức (Đồng trưởng ban là GS. Trần Ích Thịnh, PGS. Nguyễn Duy Cương và các thành viên; đặc biệt là Ban tổ chức tại trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên) và Ban Thư ký (PGS. Đào Như Mai, TS. Nguyễn Thị Thanh Nga, ThS. Nguyễn Thị Bích Ngọc) đã làm việc không mệt mỏi với tinh thần trách nhiệm cao trong nhiều tháng qua cho các công việc của Hội nghị khoa học Cơ học Vật rắn lần thứ XV này.

Cuối cùng, xin chúc sức khoẻ tất cả các Quý vị đại biểu cùng toàn thể các Hội nghị viên và hy vọng rằng Hội nghị khoa học Cơ học Vật rắn lần thứ XV sẽ mang lại cho chúng ta nhiều ấn tượng tốt đẹp và nhiều kết quả bổ ích.

Xin trân trọng cám ơn.

Ngày 24 tháng 9 năm 2021

TM BCH HỘI CƠ HỌC VẬT RẮN

Chủ tịch

GS.TS Trần Ích Thịnh

MỤC LỤC

Số trang

Lời khai mạc iii

Mục lục iv

GS. TSKH. Đào Huy Bích

Về hoạt động khoa học và xây dựng đội ngũ cán bộ ngành Cơ học Vật rắn giữa hai kỳ hội nghị 2018 – 2021 1

Đỗ Phương Anh, Vũ Thị Ngọc Ánh và Phạm Chí Vĩnh

Sự phản xạ của sóng SV đối với biên phân chia liên kết trượt 8

Lê Xuân Bách, Vương Văn Thanh, Nguyễn Duy Văn, Giáp Văn Lợi, Đỗ Văn Trường và Nguyễn Tuấn Hưng

Ảnh hưởng của biến dạng đến tính chất cơ học và điện tử của vật liệu đơn lớp GeTe cấu trúc β 17

Vũ Trọng Bách và Nhã Tường Linh

Xác định chế độ chồn, xoắn hợp lý đối với phôi Titan VT1-0 bằng phương pháp thực nghiệm 25

Kim Bang Tran, Quang Sang Nguyen and Thien Tich Truong

Numerical modeling of creep concrete beam and slab with Boltzmann superposition principle 33

Nguyễn Đăng Bích và Nguyễn Hoàng Tùng

Phân tích đáp ứng động lực phi tuyến của vỏ cầu trống độ dầy thay đổi, chịu tải cơ - nhiệt - thủy động 42

Bùi Văn Bình và Trần Ích Thịnh

Dao động tự do của tấm vát có gân gia cường làm bằng vật liệu composite 52

Bùi Văn Bình và Trần Ích Thịnh

Phân tích dao động của tấm vát-gấp nếp làm bằng vật liệu composite 61

Chu Thanh Bình, Trần Hữu Quốc và Hoàng Thu Phương

Dao động tự do của tấm quay bằng vật liệu có cơ tính biến thiên chứa lỗ rỗng và graphene 71

Le Pham Binh, Doan Trac Luat, Tran Trung Thanh, Pham Quoc Hoa and Pham Tien Dat

Forced vibration of FGP nanoplates resting on elastic foundation using finite element formulation 81

Le Pham Binh, Le Minh Thai, Pham Tien Dat and Tran Trung Thanh

Static behavior of FGP half-annular nanoplates resting on elastic foundation using nonlocal elasticity theory 91

Nguyễn Văn Chình, Phùng Văn Minh, Lê Trường Sơn và Tạ Đức Tâm

Phân tích tĩnh tấm 2D-FGSW trên nền đàn hồi bằng phương pháp phần tử hữu hạn, sử dụng lý thuyết biến dạng trượt bậc cao Quasi3D 100

Nguyen Van Chinh, Tran Huu Quoc and Nguyen Dinh Kien

Nonlinear static analysis of bi-directional functionally graded sandwich plates using a higher-order finite element formulation 110

Phạm Đức Chính và Vương Thị Mỹ Hạnh

Xây dựng biên cho các mô đun đàn hồi dọc vĩ mô của vật liệu tổ hợp đồng phương đẳng hướng ngang 120

Nguyen Thai Chung, Duong Thi Ngoc Thu, Le Hai Chau and Le Xuan Thuy

Dynamic Analysis of Stiffened Functionally Graded Composite Plates Reinforced by Carbon Nanotubes under Blast Loading 130

Vũ Văn Du, Nguyễn Văn Hiền, Phạm Văn Thu, Nguyễn Văn Đạt, Nguyễn Công Luật và Trần Ích Thịnh.

Nghiên cứu thực nghiệm xác định khả năng chịu lực của kết cấu composite sandwich trong đóng tàu 141

Trương Thị Thùy Dung, Phạm Thúy Nga, Lê Đức Thọ, Nguyễn Văn Vĩnh và Trần Thanh Tuấn

Tỷ số H/V của sóng Rayleigh trong bán không gian đàn nhiệt đẳng hướng 152

Trương Thị Thùy Dung, Trần Ngọc Trung, Nguyễn Thị Thu, Phạm Thúy Nga và Trần Thanh Tuấn

Tỷ số H/V của sóng Rayleigh-Lamb trong lớp có ứng suất trước không nén được và bài toán ngược 161

Luong Viet Dung, Ngo Nhu Khoa, Nguyen Thi Hoa, Nguyen Thi Bich Ngoc and Duong Pham Tuong Minh

The analysis of ultrasonic transducers using the finite element method 169

Luong Viet Dung, Ngo Nhu Khoa, Nguyen Thi Bich Ngoc, Duong Pham Tuong Minh, Nguyen Thi Hoa, Nguyen Quang Hung and Sy Nguyen-Van

Measuring the vibration amplitude of the ultrasonic transducer 176

Luong Viet Dung, Dao Lien Tien and Duong Pham Tuong Minh

Finite element analysis for the composite sandwich plate using the homogenization method 185

Nguyễn Anh Dũng

Ảnh hưởng của việc xác định tham số mô hình thiết kế lên dự đoán phản ứng động của nhà cao tầng khi chịu động đất 192

Hoàng Ngọc Duy, Nguyễn Minh Sơn, Nguyễn Văn Hội, Nguyễn Hoàng Linh, Vương Văn Thanh, Nguyễn Tuấn Hưng và Đỗ Văn Trường

Khả năng hấp thụ năng lượng cơ học của cấu trúc các bon ba chiều 201

Trần Thùy Dương và Phạm Hoàng Anh

Tối ưu tần số dao động riêng tấm composite lớp gia cường ống nano carbon (CNT) theo phương pháp PTHH kết hợp với thuật toán tiến hóa vi phân cải tiến 210

Nguyễn Văn Đạt, Huỳnh Tấn Đạt, Nguyễn Tuấn Anh, Nguyễn Văn Hiền, Nguyễn Công Chánh và Đinh Đức Tiến

Nghiên cứu ứng dụng động cơ ô tô điện cho tàu thủy vỏ composite có tích hợp điện mặt trời (E-Boat) 220

Cao Van Doan and Dao Nhu Mai

Nonlinear buckling analysis of oblique stiffened FG-GPLRC doubly curved shallow shells in the thermal environment 230

Dang Thuy Dong, Le Ngoc Ly, Vu Hoai Nam, Vu Minh Duc, Nguyen Van Tien and Tran Quang Minh

Nonlinear dynamic buckling of stiffened FG-CNTRC cylindrical shells under axial compression 240

Dang Thuy Dong, Nguyen Thi Phuong, Nguyen Thi Thanh Xuan, Nguyen Thi Giang, Nguyen Van Tien and Tran Quang Minh

Nonlinear vibration of FG-CNTRC doubly curved shallow shells stiffened by FG-CNTRC stiffeners 250

Vũ Lâm Đông, Phạm Đức Chính và Lê Hoài Châu

Mô phỏng số mô đun đàn hồi trượt vật liệu đa tinh thể hỗn độn Voronoi 2D từ các đơn tinh thể đối xứng square 260

Nguyen Dinh Duc và Pham Dinh Nguyen

Tối ưu vị trí gân trong phân tích ổn định của tấm composite nhiều lớp 269

Phạm Lê Trung Đức và Trương Tích Thiện

Mô phỏng động lực học thiết bị chuyển đổi năng lượng sóng biển 279

Nguyễn Thị Hương Giang và Trần Bảo Việt

Phương pháp số xác định hệ số dẫn nhiệt của vật liệu Composite với cốt là vi cầu thủy tinh rỗng trên nền epoxy 286

Phạm Thị Hà Giang và Phạm Chí Vĩnh

Công thức độ chậm của sóng SH đàn điện truyền trong mặt phân cách của hai bán không gian đàn hồi áp điện 294

Lê Thị Hà

Dao động tự do của dầm xốp có cơ tính biến thiên hai chiều với các điều kiện biên khác nhau 303

Hoàng Việt Hải, Đỗ Anh Tú và Trần Quang Minh

Thực nghiệm ứng xử đốt dầm lắp ghép bê tông cường độ siêu cao (UHPC) lắp ghép dưới tác dụng tải trọng thẳng đứng 312

Nguyễn Đình Hải, Trần Anh Tuấn, Nguyễn Tiến Dũng, Vũ Bá Thành và Phạm Đức Thọ

Xác định ứng xử nhiệt của vật liệu xếp lớp trong trường hợp miền phân giới là không hoàn hảo tổng quát bằng cách giải bài toán đồng nhất hoá nhiệt cục bộ 322

Vũ Quang Hải, Trương Thị Thùy Dung, Nguyễn Thị Nga và Trần Thanh Tuấn

Hàm phản ứng của sóng SH trong lớp có biến dạng trước 330

Vương Thị Mỹ Hạnh

Mô phỏng số các mô đun đàn hồi vĩ mô của đa tinh thể hướng hỗn độn monoclinic 2D trên nền hình học lục giác 339

Đinh Văn Hiến và Trần Ngọc Thanh

Biên dạng đáy vỏ trụ composite dị hướng nhận được bằng phương pháp quấn trắc địa 349

Nguyễn Văn Hiền, Vũ Văn Du, Huỳnh Tấn Đạt, Nguyễn Tuấn Anh, Nguyễn Công Chánh, Đinh Đức Tiến và Nguyễn Văn Đạt

Xác định sức cản tàu cao tốc bằng phương pháp CFD 358

Dang Van Hieu and Nguyen Thi Hoa

Nonlinear vibration of functionally graded porous micro-beams resting on elastic foundation 367

Nguyễn Trung Hiếu và Nguyễn Mạnh Hùng

Xác định ứng suất kéo trong kết cấu dầm bê tông cốt thép do biến dạng co ngót của bê tông gây ra 376

Nguyễn Trung Hiếu, Nguyễn Tuấn Ninh, Trịnh Hoài Linh, Đỗ Văn Hải và Khúc Văn Tài

Nghiên cứu sự làm việc chịu uốn của dầm bê tông cốt hỗn hợp thép- polymer cốt sợi thủy tinh bị hư hỏng do ăn mòn cốt thép 384

Nguyễn Trung Hiếu, Nguyễn Văn Quang, Nguyễn Mạnh Hùng, Lê Phước Lành và Dương Đình Đức

Khảo sát sự làm việc của cột bê tông cốt thép bị hư hỏng do ăn mòn cốt thép dưới tác dụng của tải trọng nén lệch tâm 393

Bui Thi Thu Hoai, Nguyen Dinh Kien and Tran Thi Thu Huong

Large deflections of cantilever FG-CNTRC sandwich beams 402

Phạm Văn Hoàn, Đào Như Mai và Lê Khả Hòa

Phân tích ảnh hưởng mô hình phân bố độ xốp đến sự ổn định của panel trụ làm bằng vật liệu FGP 412

Dương Thành Huân, Trần Minh Tú, Trần Hữu Quốc và Vũ Văn Thẩm

Dao động tự do của tấm sandwich có lớp lõi bằng vật liệu auxetic và lớp bề mặt compsite gia cường CNT 422

Lê Thị Huệ, Ngô Văn Trung, Lê Thị Hà và Phạm Chí Vĩnh

Ma trận chuyển và hàm Green của bán không gian đàn hồi chịu tác dụng của lực tập trung điều hòa theo thời gian 432

Trịnh Thị Thanh Huệ và Phạm Chí Vĩnh

Sóng Rayleigh truyền trong bán không gian đàn hồi trực hướng, nén được phủ lớp trực hướng, nén được lệch trục 441

Đặng Xuân Hùng, Trần Minh Tú và Trần Đại Hào

Phân tích dao động riêng của tấm chữ nhật composite lớp gia cường bằng GPL theo các điều kiện biên khác nhau sử dụng phương pháp Pb2-Ritz 451

Đặng Xuân Hùng, Trần Minh Tú và Hương Quý Trường

Phân tích ổn định dầm sandwich FGM xốp với điều kiện biên khác nhau theo phương pháp Ritz 461

Nguyễn Quốc Hùng, Mạnh Cường Nguyễn and Tạ Văn Cường

Study on free vibration behavior of composite inner/outer ring-stiffened cylindrical shells 471

Tran Quang Hung, Do Minh Duc and Tran Minh Tu

Thermal buckling of P-FGM sandwich beam with porous core on elastic foundation 480

Nguyễn Thị Huyền, Đỗ Xuân Tùng, Nguyễn Thị Kiều và Phạm Chí Vĩnh

Phương trình thuần nhất hóa dạng hiện của lý thuyết đàn hồi trực hướng trong miền chứa biên phân chia độ nhám cao dạng hình tròn 490

Nguyễn Duy Hưng, Nguyễn Đăng Điềm, Nguyễn Lộc Kha, Tạ Duy Hiển và Nguyễn Trung Kiên

Mô phỏng số cho tương tác cầu-xe của dầm giản đơn chịu tác dụng bởi phương tiện nhiều trục-bất đối xứng sử dụng phương pháp bán giải tích 497

Nguyễn Duy Hưng, Nguyễn Công Thức, Trần Huy Thiệp, Lê Mạnh Tuấn và Tạ Duy Hiển

Đánh giá khả năng trích xuất tần số dao động cầu từ dao động thân xe của phương tiện ba trục dựa trên mô phỏng số 506

Lưu Quỳnh Hường, Nguyễn Ngọc Huyên, Nguyễn Thị Lan và Nguyễn Tiến Khiêm

Bài toán chẩn đoán vết nứt trong dầm FGM sử dụng vật liệu áp điện 516

Khanh Pham Minh, Nghia Trung Tran, and Thien Tich Truong

Development a prototype of Mobile Laminar Air Flow instrument 525

Khoa Viet Nguyen, Thao Thi Bich Dao, Ngoc Van Bach Pham, Quang Van Nguyen and Long Do Vu

Damage detection of cables in cable-stayed bridges using vibration data measured from climbing robot 534

Nguyễn Triệu Khương, Lồ Sìu Vẫy và Trương Tích Thiện

Phân tích ứng xử phi tuyến và tối ưu hóa cấu trúc nẹp chỉnh hình mắt cá chân bằng phương pháp phần tử hữu hạn 543

Hoàng Trung Kiên, Trương Đức Phức và Phạm Hồng Phúc

Nâng cao tần số làm việc ngưỡng của vi chấp hành điện nhiệt dạng chữ V sử dụng thuật toán tối ưu bầy đàn 552

Nguyễn Trung Kiên, Nguyễn Văn Luật và Phạm Đức Chính

Hệ số dẫn hiệu quả của vật liệu composite đối xứng cầu có lớp vỏ dị hướng 562

Nguyễn Trung Kiên, Trần Bảo Việt và Phạm Đức Chính

Xấp xỉ đơn giản mô đun đàn hồi trượt vật liệu composite cốt liệu cầu và pha trung gian có tính chất thay đổi liên tục 569

Lê Phước Lành, Nguyễn Văn Quang, Đặng Anh Tài , Châu Xuân Thắng, Tăng Bá Hoàn và Nguyễn Văn Thế

Nghiên cứu hiệu quả ứng xử uốn của dầm bê tông cốt cứng sử dụng bê tông cốt sợi thép 575

Bùi Hải Lê

Ảnh hưởng của trọng số luật mờ đến hiệu quả điều khiển của hệ thống treo chủ động trên mô hình 1/4 xe ô tô 584

Bùi Hải Lê

Điều khiển chủ động hệ thống treo của xe ô tô có kể đến dữ liệu trích mẫu của lực điều khiển 594

Trần Văn Liên và Vũ Ngọc Ánh

Ứng xử của dầm nano có cơ tính biến thiên chịu tải trọng tĩnh 604

Nguyễn Hoàng Linh, Phạm Ngọc Hưng, Nguyễn Văn Hội, Hoàng Ngọc Duy, Nguyễn Minh Sơn, Trần Thế Quang, Vương Văn Thanh, Nguyễn Tuấn Hưng và Đỗ Văn Trường

Ảnh hưởng của biến dạng cơ học đến tính chất sắt điện của vật liệu SrTiO3 613

Nguyễn Duy Long, Nguyễn Hồng Thái và Trương Công Giang

Ảnh hưởng của hệ số thiết kế biên dạng rôto đến kích thước và chất lượng làm việc của bơm Roots có biên dạng đỉnh rôto là cung tròn 622

Nguyễn Văn Long, Lê Thanh Hải, Chu Thanh Bình và Trần Minh Tú

Phân tích phi tuyến đáp ứng động của tấm bằng vật liệu FGM rỗng đặt trên nền đàn hồi 632

Giáp Văn Lợi, Nguyễn Duy Văn, Lê Xuân Bách, Nguyễn Tuấn Hưng, Đỗ Văn Trường và Vương Văn Thanh

Tính chất nhiệt điện và quang học của vật liệu đơn lớp GeX (X= S, Se, Te) 642

Nguyễn Văn Luật

Xác định hệ số dẫn hiệu quả của mô hình vật liệu ba pha dạng nền cốt liệu elliptic hai lớp 651

Le Ngoc Ly, Nguyen Thi Phuong, Dang Thuy Dong, Nguyen Van Tien, Nguyen Thi Giang and Tran Quang Minh

Nonlinear axisymmetric vibration of shear deformable FG-GPLRC shallow spherical caps with porous core 658

Đào Như Mai và Cao Văn Mai

Phân tích động lực học sà lan giá búa có neo 667

Nguyễn Xuân Mãn, Trần Tuấn Minh, Nguyễn Thành Nam và A.N.Pankratenco

Trạng thái ứng suất-biến dạng trong khối đá xung quanh công trình ngầm tiết diện lớn khi tỷ số ứng suất nguyên sinh thay đổi 677

Phung Van Minh and Do Van Thom

Dynamic response analysis of nanobeams resting on elastic foundations 688

Nguyễn Thành Nam, Nguyễn Xuân Mãn, Nguyễn Duyên Phong và Đào Văn Tuyết

Sự hình thành các vùng sụp lở đất đá trên biên đường hầm khi tiến hành khai đào 696

Nguyễn Thành Nam, Nguyễn Xuân Mãn, Nguyễn Duyên Phong và Đào Văn Tuyết

Về một số phương pháp đánh giá lún và chuyển vị ngang của nền đất khi thi công công trình ngầm 702

Pham Vu Nam, Vu Thị An Ninh, Trinh Thị Hien and Nguyen Dinh Kien

Effect of different beam theories on dynamic response of BFGSW beams under a moving mass 713

Võ Văn Nam, Phạm Đức Thọ và Trần Thế Truyền

Đánh giá, phân tích thực nghiệm ảnh hưởng của ăn mòn cốt thép trong cấu kiện dầm bê tông cốt thép đến sức kháng uốn của dầm 723

Vu Hoai Nam, Vu Tho Hung, Nguyen Thi Phuong, Nguyen Thi Thanh Xuan, Dang Thuy Dong and Vu Minh Duc

Nonlinear buckling of spiral-corrugated FG-GRMMC laminated cylindrical shells under external pressure 731

Vu Hoai Nam, Nguyen Thi Phuong, Dang Thuy Dong, Vu Minh Duc, Nguyen Van Tien and Vu Tho Hung

Nonlinear buckling of core-corrugated FG-CNTRC plates and cylindrical panels in thermal environment 741

Nghi Thai Le, Thanh Kim Lu, Vay Siu Lo and Thien Tich Truong

The behavior analysis of bolted end-plate connections under static load by using finite element method 750

Nguyễn Phạm Thế Nhân, Bùi Hệ Thống, Hoàng Văn Thạnh, Trần Minh Sang, Đỗ Lê Hưng Toàn, Trần Ngọc Hải and Lưu Đức Bình

Numerical simulation of the nanoindentation experiment for zinc polycrystal through crystal plasticity mode 759

Trương Đức Phức, Hoàng Trung Kiên và Phạm Hồng Phúc

Nghiên cứu tối ưu hóa thông số đúc phun vỏ thiết bị máy tính bảng 769

Dương Văn Quang, Trần Ngọc Đoàn, Đoàn Trắc Luật và Vũ Xuân Đức

Tính toán tĩnh vỏ trụ nanocomposite có cơ tính biến thiên theo lý thuyết biến dạng cắt bậc cao có kể đến ứng suất pháp tuyến 779

Nguyễn Văn Quang và Nguyễn Trung Hiếu

Ứng xử của dầm bê tông cốt thép bị ăn mòn cốt thép do icon clorua 789

Đoàn Xuân Quý và Nguyễn Tiến Chương

Sự làm việc chịu xoắn của kết cấu lõi nửa kín nhà nhiều tầng có xét tới ứng xử ngoài giới hạn đàn hồi của dầm nối 798

Cao Minh Quyền, Nguyễn Xuân Huy, Lê Nguyên Khương và Nguyễn Hữu Giang

Ảnh hưởng của hình dạng tiết diện đến hiệu quả gia cường cột ngắn bê tông bằng bê tông cốt lưới dệt 808

Hà Trường Sang, Vũ Văn Chiên, Lê Đức Thanh, Nguyễn Trung Định và Nguyễn Mạnh Hùng

Nghiên cứu tương tác giữa vật rắn biến dạng đàn hồi và dòng chảy không nén bằng phương pháp phần tử hữu hạn 818

Nguyễn Hồ Duy Tân, Nguyễn Như Bửu Đức, Nguyễn Thanh Nhã, Nguyễn Thị Mỹ Hiền và Trương Tích Thiện

Nonlinear finite element approach for contact problems in hyper-elastic models 827

Nguyễn Hồng Thái, Nguyễn Duy Long và Lê Thị Ninh

Ảnh hưởng góc lệch pha đến lưu lượng và áp suất khi ghép song song các bơm Roots: Loại biên dạng đỉnh rôto là cung tròn 837

Thanh Kim Lu, Vay Siu Lo and Thien Tich Truong

Crack growth analysis in 2D structures using the Extended Finite Element Method 847

Pham Ngoc Thanh and Tran Ich Thinh

Vibroacoutic analysis of a finite simply supported double- composite sandwich plate filled with poroelastic materials 856

Vũ Bá Thành, Trần Anh Tuấn, Nguyễn Đình Hải và Nguyễn Xuân Lam

Phương pháp phase field với sử dụng phân rã trực giao thành phần ten-xơ biến dạng để dự đoán sự phát triển vết nứt trong vật liệu giòn 866

Nguyễn Hữu Thắng, Nguyễn Trang Minh và Chu Anh Mỳ

Mô-men truyền động ngắm của Pháo phòng không 37mm-2N khi bắn một thân pháo 875

Nguyễn Tất Thắng

Nghiên cứu sự phá huỷ của cấu kiện bê tông chịu nén và dầm bê tông chịu uốn 3 điểm, dựa trên mô phỏng số, sử dụng phương pháp phần tử rời rạc (DEM) 883

Vũ Văn Thẩm, Trần Hữu Quốc và Trần Minh Tú

Phân tích dao động tự do của tấm bằng vật liệu xốp đượcgia cường bởi graphene platelet 893

Tien-Thinh Le and Johann Guilleminot

Influence of surface effect on the macroscopic properties of nanocomposite materials from a probabilistic standpoint 903

Tien-Thinh Le, Johann Guilleminot, Vuong Minh Le and Christian Soize

Virtual testing of polymer nanocomposites and identification of interphase zone using Molecular Dynamics simulation 912

Tran Ich Thinh, Ta Thi Hien and Pham Ngoc Thanh

Experimental investigation of the accuracy of a vibroacoustic model for clamped sandwich-composite plates 924

Tran Ich Thinh and Pham Ngoc Thanh

Prediction and Measurement of Sound Transmission Loss for Finite Clamped Composite Sandwich Plates 937

Tran Thi Thom and Nguyen Dinh Kien

Forced vibration of FG-CNTRC sandwich beams excited by a moving mass 947

Duong Thi Ngoc Thu, Nguyen Thai Chung, Hoang Xuan Luong and Truong Thi Huong Huyen

Nonlinear Flutter Analysis of Functionally Graded Carbon Nanotubes Reinforced Composite Plates 957

Nguyễn Ngọc Tình

Pile raft foundation: a simple and rigorous approach 968

Ngô Văn Trung, Vũ Thị Ngọc Ánh và Phạm Chí Vĩnh

Sự phản xạ của sóng qP đối với lớp trực hướng không nén được đặt trên bán không gian trực hướng nén được 978

Trần Minh Tú, Nguyễn Văn Long và Vũ Thu Trang

Phân tích tĩnh tấm chữ nhật bằng vật liệu rỗng bão hòa chất lỏng 988

Lại Hoàng Tuấn và Trương Tích Thiện

Mô phỏng sự truyền nhiệt và hình thành ứng suất dư của mối hàn đường ống 998

Trần Anh Tuấn, Nguyễn Đình Hải và Nguyễn Hoàng Quân

Tính toán mô phỏng độ thấm vĩ mô của vật liệu bê tông bằng phương pháp phần tử biên 1007

Trần Anh Tuấn, Vũ Bá Thành, Nguyễn Đình Hải và Nguyễn Tiến Dũng

Phân tích đặc tính thuỷ lực trong môi trường vật liệu rỗng kép bằng phương pháp phần tử biên 1016

Le Quang Vinh, Nguyen Dong Anh and Nguyen Manh Cuong

Dynamic analysis of FGM joined conical-cylindrical shells surrounded by Pasternak elastic foundations based on the Continuous Element Method 1025

Nguyễn Ngọc Vinh, Nguyễn Tiến Dũng và Nguyễn Đình Đức

Nghiên cứu mối quan hệ giữa mất mát ứng suất và sự phát triển vi cấu trúc của vật liệu thép cường độ cao 1035

Pham Cong Vinh, Manh Cuong Nguyen, Nguyen Tuan Hai and Le Quang Vinh

Dynamic analysis of FGM ring-stiffness cylindrical shells via Continuous Element Method 1045

Pham Van Vinh, Doan Trac Luat, Phung Van Minh and Tran Van Ke

Free vibration analysis of nano-scale functionally graded beams using nonlocal elasticity theory with variable nonlocal parameter 1054

Phạm Văn Vinh, Đỗ Văn Thơm và Trần Trung Thành

Phân tích uốn tĩnh của dầm FGM có lỗ rỗng sử dụng phần tử dầm hỗn hợp dựa trên lý thuyết biến dạng cắt bậc nhất 1064

Ngô Khắc Yên, Lê Đức Trí và Đặng Hữu Phước

Nghiên cứu xây dựng mô hình bài toán thuật phóng ngoài cho đạn có dây 1074

CHỈ DẪN TRA CỨU TÊN TÁC GIẢ 1083

VỀ MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ LÚN VÀ CHUYỂN VỊ NGANG CỦA NỀN ĐẤT KHI THI CÔNG CÔNG TRÌNH NGẦM

Nguyễn Thành Nam[1], Nguyễn Xuân Mãn[2,*], Nguyễn Duyên Phong[2] và Đào Văn Tuyết[3]

[1]Bộ Xây dựng, 37 Lê Đại Hành, Hai Bà Trưng, Hà Nội

[2]Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Đông Ngạc Từ Liêm, Hà Nội

[3]Đại học Bình Dương, Quốc Lộ 13, Thủ Dầu Một, Bình Dương

*Email: mannxdoky@gmail.com

Tóm tắt. Trong quy hoạch đô thị hiện nay thì vấn đề xây dựng, khai thác không gian ngầm đô thị có ý nghĩa chiến lược. Trong quá trình xây dựng các công trình ngầm làm xuất hiện những hư hỏng, sụt lún, nứt gãy, gây biến dạng mặt đất, ảnh hưởng đến tuổi thọ và chất lượng các công trình lân cận hiện hữu. Bài viết này đề cập đến các nguyên nhân, các yếu tố ảnh hưởng đến lún, các phương pháp xác định độ lún và đề cập đến những ảnh hưởng lún khi xây dựng công trình ngầm đô thị đến công trình lân cận tại một số đô thị lớn ở nước ta như Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh.

Từ khóa: *Quy hoạch không gian ngầm, công trình ngầm, lún bề mặt, công trình hiện hữu.*

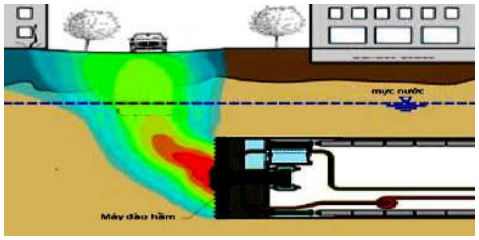
1. Tổng quan tình hình nghiên cứu

1.1.Đặt vấn đề

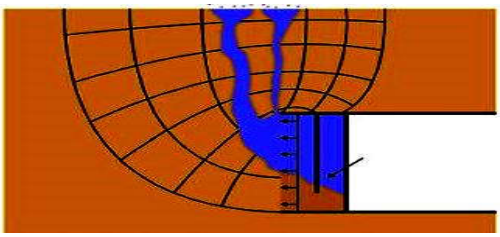
Khi thi công công trình ngầm (CTN) thường làm cho trạng thái ứng suất ban đầu trong địa tầng thay đổi; làm xuất hiện lún mặt đất hay chuyển vị ngang nền đất. Điều này ảnh hưởng đến tuổi thọ và an toàn khi sử dụng các công trình hiện hữu trên và dưới mặt đất. Trên thế giới đã ghi nhận nhiều vụ sụp đổ nền đất, gây hư hại công trình trên bề mặt do xây dựng ngầm (H.1, H.2). Mất ổn định của hầm xảy ra theo hai cơ chế: do đất chuyển dịch vào phía trong buồng đào của máy đào hầm khi áp lực dung dịch tại gương đào quá thấp (H.3) và mất ổn định do khối đất đẩy trồi lên bề mặt khi áp lực dung dịch quá cao tại gương đào (H.4).

Hình 1. Sụt lún mặt đất khi thi công hầm Sao Paolo, Brazil năm 1993

Hình 2. Sụt lún mặt đất khi thi công hầm ở Kuala Lumpua năm 2014



Hình 3. Cơ chế mất ổn định khi áp lực dung dịch chống quá thấp



Hình 4. Cơ chế mất ổn định khi áp lực dung dịch tại mặt gương đào quá cao

Bài viết trình bày phương pháp đánh giá lún và chuyển vị ngang của nền đất khi thi công CTN. Đây là vấn đề có tính cấp bách và thực tiễn khi ngày càng có nhiều CTN được xây dựng trên thế giới và ở Việt Nam. Mục tiêu của bài viết là đưa ra phương pháp đánh giá lún và chuyển vị ngang của nền đất khi xây dựng các CTN và làm tài liệu tham khảo trong thiết kế thi công CTN

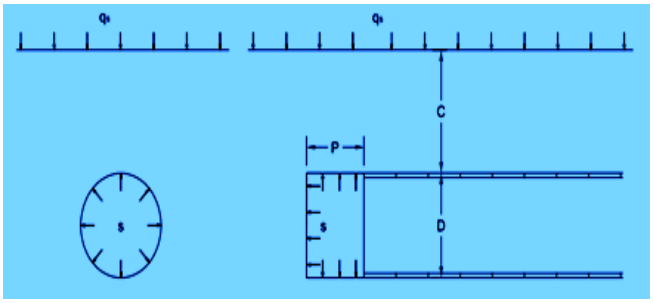
1.2. Về một số mô hình phân tích ổn định khi thi công hầm

Các tác giả như Mollon và nnk (2009), Shiau J. và Al-Asadi F.(2020) đã đề cập đến vấn đề lún mặt đất do xây dựng CTN, đã đề xuất ra mô hình phân tích ổn định khi thi công hầm, từ đó họ đưa ra hệ số ổn định được tính theo công thức:

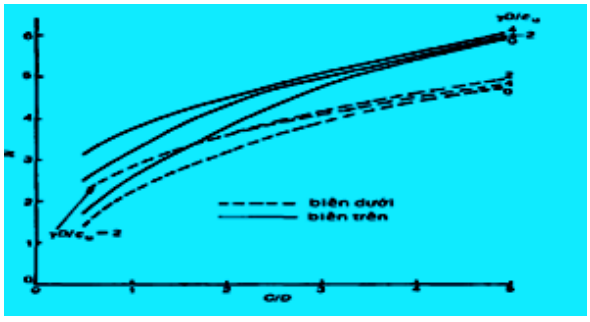
$$N = \frac{\sigma_S + \gamma.Z - \sigma_T}{S_u}\ , \qquad (1)$$

Trong (1): γ - dung trọng riêng của đất; Z - chiều sâu đặt hầm (giá trị bằng $C + D/2$); σ_S - tải trọng bề mặt; σ_T - áp lực dung dịch tại gương đào; S_u - sức kháng cắt không thoát nước của đất.

Dựa trên các kết quả đo đạc thực địa thì hệ số ổn định giới hạn an toàn $N = 6$. Davis (1980) đã sử dụng lý thuyết dẻo để phân tích các điều kiện biên trên và biên dưới trong nghiên cứu ổn định khi thi công hầm (H.5, H.6). Giá trị giới hạn ổn định được xác định theo tỷ số C/D và $\gamma D/S_u$; đã chỉ ra là cần chú ý đến hiện tượng đẩy trồi khi thiết kế và thi công với các hầm đặt nông ($C/D < 3$).



Hình 5. Mô hình phân tích ổn định khi thi công hầm của Davis và nnk (1980)



Hình 6. Giới hạn dưới và giới hạn trên trong nghiên cứu ổn định của Davis và nnk (1980)

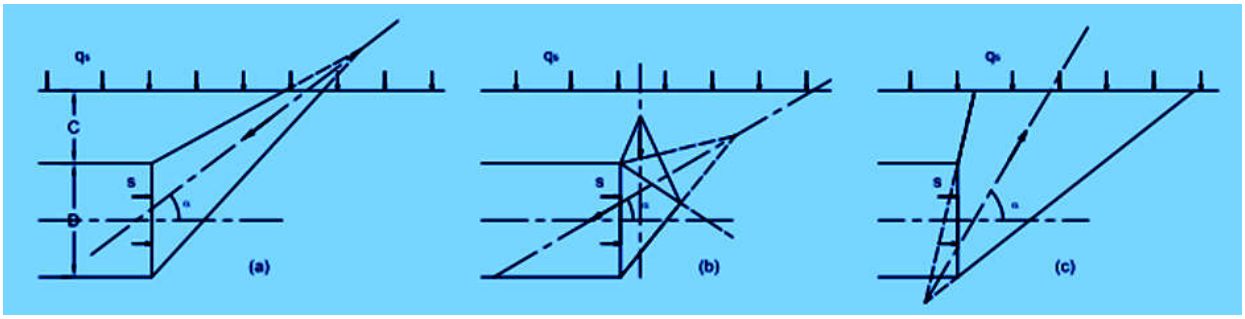
Với trường hợp thi công hầm bằng khiên đào có sử dụng áp lực dung dịch tại gương đào, giá trị tới hạn của hệ số ổn định N là:

$$N_{TC} = 4\ln\left(\frac{C}{R}+1\right)\ , \qquad (2)$$

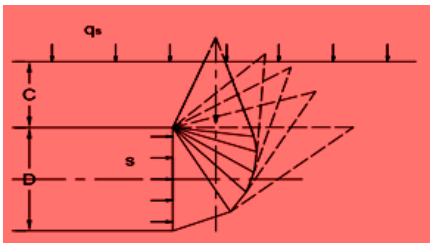
Leca và Dormieux (1990) đã phát triển các lý thuyết phân tích ổn định cho trường hợp thi công hầm trong đất hạt thô và đề xuất hai cơ chế của vùng phá hủy phía trước gương đào: i) gồm một khối hình nón; ii) gồm 2 khối hình nón với mặt trượt dạng elip (H.7, H.8). Theo đó, áp lực dung dịch được xác định theo công thức: $S = N_S q_S + N_\gamma \gamma D$, (3)

Trong (6): N_S, N_γ là các hệ số phụ thuộc vào góc giữa trục hình nón và phương ngang.

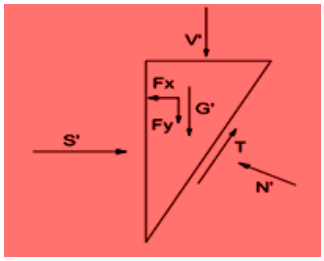
Phân tích ổn định của quá trình đào hầm, Kovari (1994) đã dựa trên trạng thái cân bằng về lực tại mặt trượt để xác định được áp lực cần thiết tại gương đào (H.9). Theo nghiên cứu này, áp lực dung dịch cần thiết tại gương đào có thể được điều chỉnh cho phù hợp theo kinh nghiệm và theo các tiêu chuẩn thiết kế. Dựa trên phương pháp giải tích Verruijt (1997) đã đề xuất mô hình động phân tích ổn định của hầm trong điều kiện đất dính hoàn toàn (H.10).



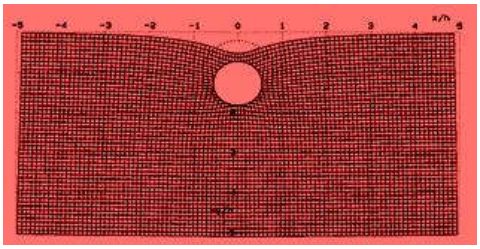
Hình 7. Các cơ chế phá hủy trong nghiên cứu của Leca và Dormieux (1990)



Hình 8. Cơ chế phá hủy dạng nhiều khối chóp (Mollon, 2009)



Hình 9. Trạng thái cân bằng trong tính toán (Kovari,1994)



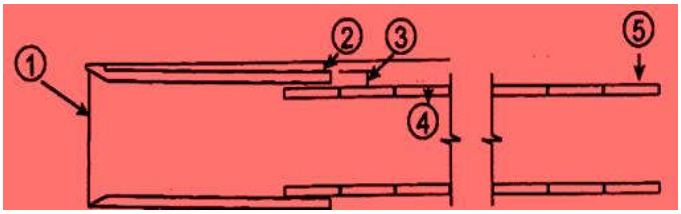
Hình 10. Mô hình số trong phân tích ổn định của Veruijt (1997)

Ở nước ta các tác giả Nguyễn Xuân Mãn (2008), Nguyễn Duyên Phong (2014) và Nguyễn Thành Nam (2017) đã đề cập đến vấn đề này. Trong các công trình trên các tác giả đã chỉ ra rằng: giá trị lún phụ thuộc vị trí, kích thước hầm và vào loại hình kết cấu chống và điều kiện ĐCCT.

2. Xác định lún bề mặt đất và chuyển vị ngang theo mặt cắt ngang hầm

2.1. Xác định lún mặt đất

Theo công bố của Trần Quý Đức (2017) thì lượng đất đào thừa và tính chất cơ-lý của địa tầng có ảnh hưởng lớn đến đường cong lún và giá trị lún tuyệt đối. Đường cong lún có dạng phễu (máng) và là tổng hợp của 5 thành phần lún (H.11).



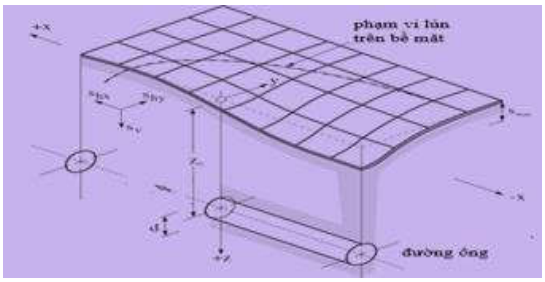
1- Độ lún tại bề mặt gương đào; 2- Độ lún bởi cấu tạo máy đào hầm; 3- Độ lún tại vị trí khoảng trống phía sau máy đào hầm; 4- Độ lún do biến dạng của vỏ hầm;5- Độ lún do lún cố kết

Hình 11. Các thành phần của phễu lún

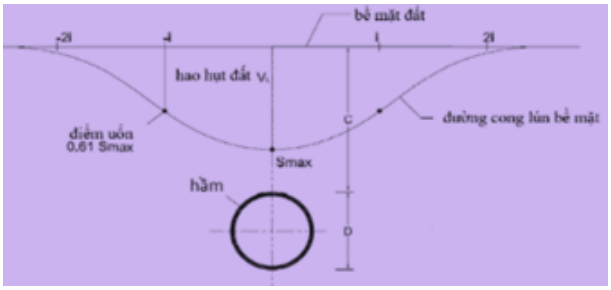
Khi thi công hầm ở nơi đất trống, độ lún trên bề mặt có dạng như hình 12. Các nghiên cứu chỉ ra đường cong lún có dạng như trên hình 13, có phương trình đường cong lún như sau:

$$S_v = S_{\max} e^{-\frac{y^2}{2i^2}} \quad (4)$$

Trong (4): S_v - độ lún tại vị trí xem xét; $S_{\max}$ - độ lún lớn nhất tại trục hầm; y - khoảng cách ngang tính từ điểm đang xét đến trục hầm; i - khoảng cách ngang tính từ điểm uốn của đường cong lún đang xét đến trục hầm.



Hình 12. Phễu lún trên bề mặt



Hình13. Đường cong lún bề mặt

Thể tích của phễu lún (tính theo mỗi mét dài của hầm) V_S được xác định theo công thức:

$$V_s = \sqrt{2\pi i S_{\max}} \quad (5)$$

Lượng đào dư V_L (thể tích đất đào vượt so với thiết kế), xác định như sau:

$$V_L = \frac{4V_S}{\pi D^2} \quad (6)$$

Khoảng cách i tính từ điểm uốn của đường cong lún đang xét đến trục hầm phụ thuộc vào kích thước và vị trí của đường hầm, có thể xác định theo biểu đồ hình trên hình 14 hay bằng quan hệ sau:

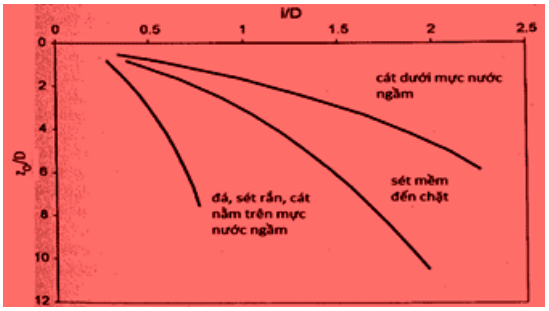
$$i = KZ_0 \quad (7)$$

Trong (7): K là hệ số đường cong (K = 0,5 khi thi công trong đất sét, K = 0,25 thi công trong đất cát hoặc đất lẫn sỏi sạn) (H.14). Các giá trị của i cũng được chỉ ra như trên hình 15.

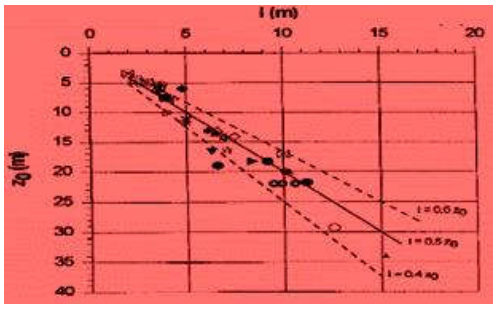
Trường hợp hầm xây dựng trong địa tầng có lớp đất sét và đất sỏi thì i xác định như sau:

$$i = K_1 Z_1 + K_2 Z_2 \quad (8)$$

Trong (8): K_1, K_2 là các hệ số đường cong lún tương ứng cho lớp 1, 2 với chiều dày Z_1, Z_2.



Hình 14. Mối quan hệ độ sâu hầm và hệ số đường cong lún K (Peck, 1969)



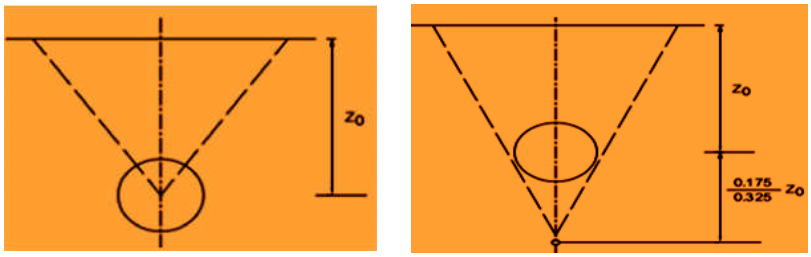
Hình 15. Mối quan hệ khoảng cách i và độ sâu đặt hầm Z_0

2.2. Chuyển vị theo phương ngang hầm

Các kết cấu và nền móng công trình chịu tác động theo phương thẳng đứng và theo phương ngang. Attewell, P. and Farmer, I. (1974) đã đề xuất công thức xác định chuyển vị ngang của đất xung quanh hầm như sau:

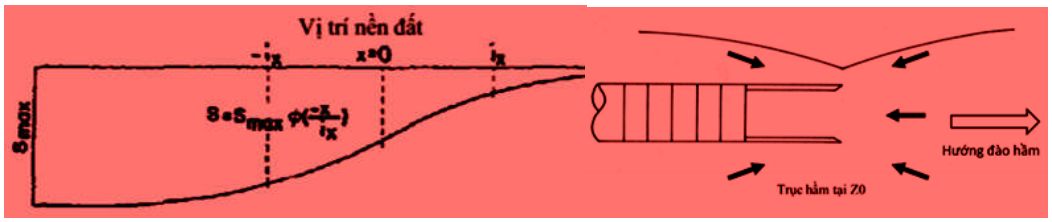
$$\frac{S_h}{S_{h\max}} 1.65 \frac{y}{i} e^{\left(\frac{-y^2}{2i^2}\right)} \tag{9}$$

Trong (9): $S_{h\max}$- độ lún max theo phương ngang, tương ứng với vị trí điểm uốn của đường cong lún và có giá trị bằng $0.61KS_{\max}$. Trên hình 16 và hình 17 mô tả vị trí các điểm tụ của các dịch chuyển của nền đất theo phương ngang trong các nghiên cứu của O'Reilly và New (1982).



(a) Theo Attwell (1978), O'Reilly và New (1982); (b) Theo Taylor (1995)

Hình 16. Nghiên cứu về chuyển vị ngang của nền đất khi thi công hầm



Hình 17. Đường cong lún bề mặt dọc đường hầm

2.3. Chuyển vị theo phương dọc hầm

Đường cong lún dọc đường hầm được giả thiết là tương ứng với đường cong xác suất cộng dồn theo Attewell và Woodman (1982) và được biểu diễn theo công thức sau:

$$S_v = \frac{V_S}{\sqrt{2\pi}i} e^{\left(\frac{y^2}{2i^2}\right)} \left[G\left(\frac{x-x_i}{i}\right) - G\left(\frac{x-x_f}{i}\right) \right] \quad (10)$$

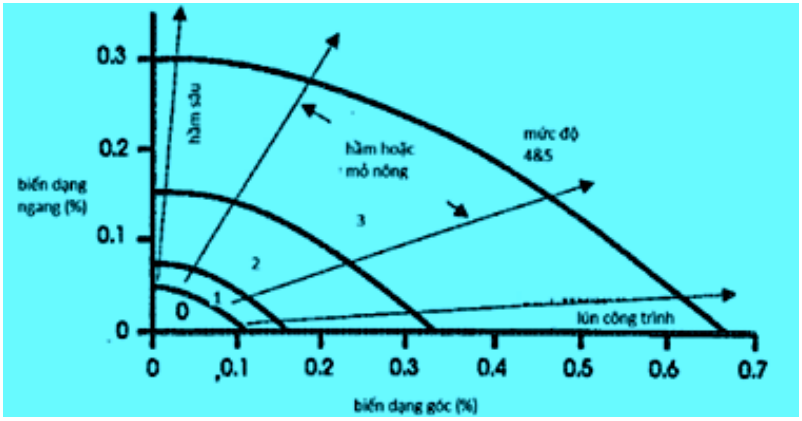
Trong (10): x, y là tọa độ điểm xem xét; G là hàm phân phối danh định cộng dồn, xác định theo công thức sau:

$$G = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{\frac{-t^2}{2}} dt \quad (11)$$

3. Ảnh hưởng của lún khi xây dựng hầm đến công trình hiện hữu trên bề mặt

3.1. Mức độ ảnh hưởng. Mức độ ảnh hưởng được phân loại theo các tiêu chí như sau:

- *Theo biến dạng.* Boscardin và Cording (1989) phân tích các sự cố đã xảy ra và cũng đưa ra bảng phân loại mức độ ảnh hưởng dựa trên các biến dạng kéo xuất hiện tại công trình (H.18). Phân loại đánh giá mức độ ảnh hưởng theo Rankin W. (1988) cho trên bảng 1.

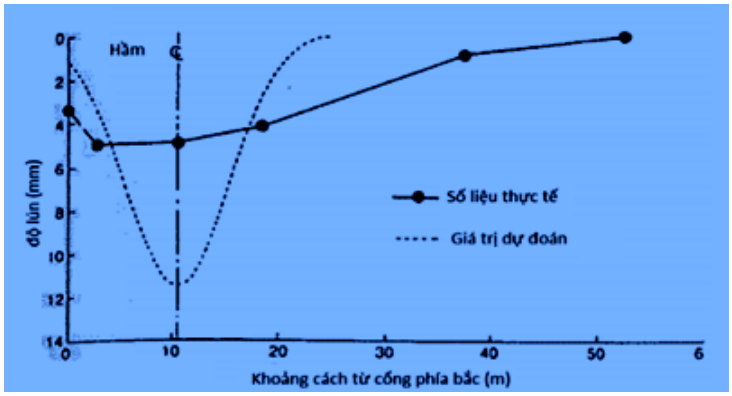


Hình 18. Phân loại mức độ ảnh hưởng của Boscardin và Cording (1989) về giới hạn biến dạng

Bảng 1. Bảng phân loại đánh giá mức độ ảnh hưởng Rankin (1988)

Phân loại	Độ nghiêng cho phép	Độ lún cho phép (mm)	Mô tả
1	< 1/500	< 10	Bỏ qua, gần như không có hư hỏng bề mặt
2	1/500÷1/200	10÷50	Hư hỏng nhẹ, có thể có hư hỏng nhẹ trên bề mặt nhưng không ảnh hưởng đến kết cấu
3	1/200÷1/50	50÷75	Hư hỏng mức độ vừa; gây hư hỏng trên về mặt; ảnh hưởng đến sự làm việc của kết cấu; ảnh hưởng đến độ cứng của đường ống
4	> 1/50	> 75	Hư hỏng mức độ lớn; ảnh hưởng lớn đến sự làm việc của kết cấu; ảnh hưởng đến độ cứng của đường ống và khả năng gây hư hỏng các đường ống hiện hữu khác.

- *Theo độ cứng công trình*. Do công trình có độ cứng nên biến dạng ngang của công trình (H.19) có xu hướng bị giảm so với không xét đến độ cứng của công trình.



Hình 19. Ảnh hưởng của độ cứng công trình đến đường cong lún trong điều kiện đất sét ở London

Khi nước ta xây dựng metro thì các nghiên cứu về ảnh hưởng của thi công CTN đến các công trình bề mặt mới được bắt đầu. Trong nghiên cứu của Trần Quý Đức và nnk (2017) đã chỉ ra: với độ sâu đặt hầm lớn hơn 3 lần đường kính hầm thì độ lún bề mặt do thi công hầm nhỏ và không đáng kể; giá trị chuyển vị phương ngang tại vị trí bề mặt đất giảm nhanh hơn theo chiều sâu đặt hầm so với chuyển vị đứng và có thể coi là không đáng kể khi hầm có độ sâu lớn hơn 20 m; tại vị trí có khoảng cách gấp 6 lần bán kính hầm thì nền đất và công trình xây dựng ngoài phạm vi bán kính ảnh hưởng không tác động đến sự làm việc của hầm. Do đó các công trình xây dựng trong phạm vi 06 lần đường kính hầm từ tim hầm sang hai bên sẽ ảnh hưởng đến điều kiện làm việc của hầm và ngược lại.

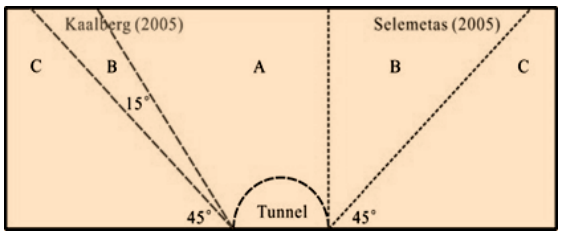
3.2. Ảnh hưởng của thi công công trình ngầm đến công trình hiện hữu trên bề mặt

Các vùng xung quanh CTN sẽ chịu ảnh hưởng ở mức độ khác nhau (hình 20). Nếu đầu cọc nằm trong vùng *A* thì chuyển vị của nền đất tại đầu cọc sẽ lớn hơn hoặc bằng với độ lún bề mặt phía trên; vùng *B*: chuyển vị của nền đất tại đầu cọc bằng với độ lún bề mặt phía trên; vùng *C:* chuyển vị của nền đất tại đầu cọc nhỏ hơn so với độ lún bề mặt phía trên. Trên hình 21 độ lún S_v tại chân công trình được xác định theo công thức (12):

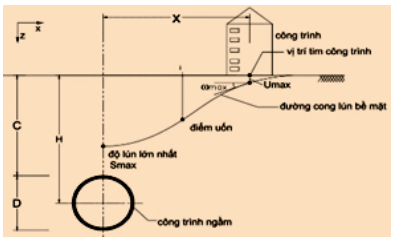
$$S_v = S_{\max} e^{-\frac{y^2}{2i^2}} \tag{12}$$

Độ nghiêng của công trình được xác định theo công thức (13), như sau:

$$\omega \approx S_v' = -\frac{S_{v,\max}}{i^2} e^{\frac{-x^2}{2i^2}} = -\sqrt{\frac{\pi}{2}} \frac{V_L D^2}{4i^3} e^{\frac{-x^2}{2i^2}} \tag{13}$$



Hình 20. Phạm vi ảnh hưởng khi thi công CTN (Selematas, 2005)



Hình 21. Phân tích ảnh hưởng của thi công CTN đến công trình trên bề mặt

4. Ảnh hưởng của xây dựng metro ở Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh

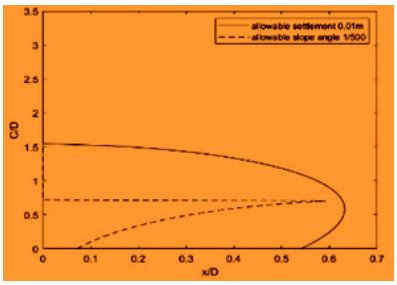
4.1. Ảnh hưởng do xây dựng đường hầm Metro số 3 Nhổn - Ga Hà Nội

Tuyến Metro số 3 đoạn Nhổn – ga Hà Nội được khởi công xây dựng từ năm 2009, có 12 ga, tổng chiều dài 12,5km (có 4km đi ngầm, 4 ga ngầm). Các thông số hầm cho trên bảng 2.

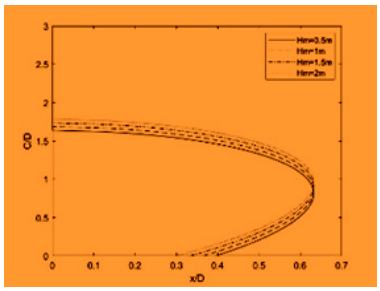
Bảng 2.Một số thông số của tuyến metro số 3 Nhổn- Ga Hà Nội và số 1 Bến Thành-Suối Tiên

Thông số	Giá trị	
	Tuyến số 3 Nhổn- Ga Hà Nội	Tuyến 1 Bến Thành-Suối Tiên
Đường kính ngoài của hầm, D, m	6,3	6,65
Đường kính trong của hầm, D_0, m	5,7	6,05
Độ dày vỏ hầm, d, m	0,3	0,3
Cường độ bê tông vỏ hầm	C40/50	C40/50
Loại máy đào hầm dự kiến	EPB	EPB

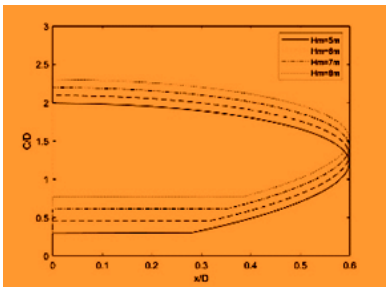
Theo lý thuyết trình bày từ các mục trên đây và sử dụng các số liệu trong bảng 2, ta xác định được phạm vi ảnh hưởng tới các công trình trên bề mặt (H.22) đối với các thông số hầm tại dự án Metro số 3 Hà Nội với các độ sâu đặt hầm khác nhau (qua giá trị tỉ số C/D và x/D với C-chiều sâu đặt hầm, m; D-đường kính hầm, m; x-vị trí cách tim hầm theo phương ngang).



Hình 22.Phạm vi ảnh hưởng của các công trình trên bề mặt



Hình 23.Phạm vi ảnh hưởng của móng nông



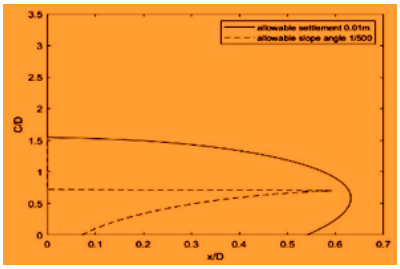
Hình 24.Phạm vi ảnh hưởng của móng cọc từ 5-8m

Khi 1,6 > x/D > 0,64 thì công trình có độ lún lớn hơn 10mm. Khi C/D > 1,6 thì độ lún nhỏ hơn 10mm. Phân tích phạm vi ảnh hưởng đến móng công trình cho thấy: Tùy theo độ sâu của móng, khi hầm đặt dưới độ sâu xác định thì chuyển vị của nền đất dưới chân móng sẽ nhỏ hơn 10 mm ngay cả vị trí chuyển vị lớn nhất của nền đất tại tâm hầm. Ví dụ, trên hình 23 với móng sâu 2m, khi C/D>1,8 hay hầm đặt sâu lớn hơn 14,5m thì chuyển vị tại chân móng luôn nhỏ hơn 10mm; với móng cọc sâu 5m, khi C/D>2 hay chiều sâu đặt hầm lớn hơn 15,75m thì chuyển vị tại chân móng luôn nhỏ hơn 10mm (H.24).

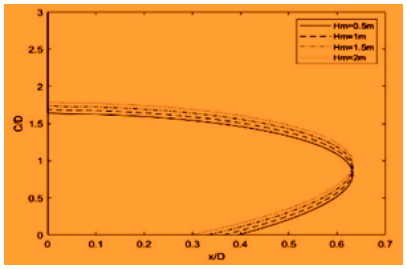
4.2. Ảnh hưởng do xây dựng đường hầm Metro tuyến 1 ga Bến Thành - Suối Tiên

Tuyến metro này dài 19,7 km (ngầm:2,6 km, 3 ga, phần nổi:17,1 km, 11 ga) đang xây dựng, dự kiến cuối 2021 đưa vào vận hành. Các thông số hầm cho trên bảng 2. Theo lý thuyết trình bày từ

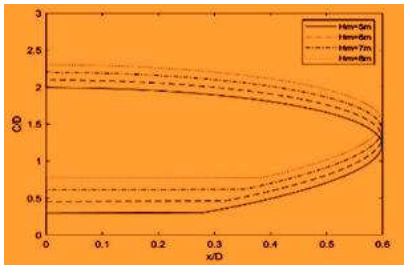
các mục nói trên và sử dụng các số liệu trong bảng 2, ta xác định được phạm vi ảnh hưởng tới các công trình trên bề mặt (H.25). Với giá trị x/D > 0,64 hoặc khoảng cách tới tâm hầm lớn hơn 4.256 m thì công trình có độ lún lớn hơn 10mm; khi hầm nằm ở độ sâu có C/D > 1,6 hay độ sâu của hầm lớn hơn 14m thì độ lún lớn nhất trên bề mặt sẽ nhỏ hơn 10mm. Phân tích phạm vi ảnh hưởng đến móng công trình cho thấy: Với tỉ số x/D >0,64 hay hệ móng nằm cách tâm hầm 4m thì chuyển dịch nền đất tại đầu cọc sẽ nhỏ hơn 10mm không kể đến chiều sâu của cọc. Điều này cũng đúng với hệ móng nông như hình 26. Tùy theo độ sâu của hệ móng, khi hầm đặt dưới độ sâu xác định thì chuyển vị của nền đất dưới chân móng sẽ nhỏ hơn 10 mm ngay cả khi vị trí chuyển vị lớn nhất của nền đất tại tâm hầm. Trên hình 26 với móng sâu 2m, khi C/D>1,8 hay hầm đặt sâu lớn hơn 15,3 m thì chuyển vị tại chân móng luôn nhỏ hơn 10mm; tương tự (H.27), với móng cọc sâu 5m, khi C/D>2 hay chiều sâu đặt hầm lớn hơn 16,625m thì chuyển vị tại chân móng luôn nhỏ hơn 10mm.



Hình 25. Phạm vi ảnh hưởng của các công trình trên bề mặt



Hình 26. Phạm vi ảnh hưởng với móng nông



Hình 27.Phạm vi ảnh hưởng móng cọc từ 5-8m

5. Kết luận

Trong quá trình xây dựng các công trình ngầm xuất hiện những hư hỏng, sụt lún, nứt gãy, gây biến dạng mặt đất, ảnh hưởng đến tuổi thọ và chất lượng các công trình lân cận hiện hữu.

Đã đánh giá lún và dịch chuyển ngang khi thi công CTN. Giá trị lún và dịch chuyển ngang nền đất không chỉ phụ thuộc và kích thước hình học của CTN mà còn phụ thuộc vào đặc điểm địa kỹ thuật của đất nền.

Đã chỉ ra vùng ảnh hưởng với mức độ ảnh hưởng khác nhau khi thi công CTN đến các công trình trên mặt đất hiện hữu.

Ảnh hưởng của lún khi xây dựng hầm đến công trình hiện hữu trên bề mặt được xem xét trong thực tiễn thi công tuyến Metro số 01 Bến Thành - Suối Tiên, TP. Hồ Chí Minh và tuyến Metro số 03 Nhổn - Ga Hà Nội. Kết quả chỉ ra rằng:

- Nếu tỷ số khoảng cách giữa vị trí xem xét đến tâm của hầm và đường kính hầm *x/D* nằm trong giới hạn 1,6 > x/D > 0,64 thì độ lún bề mặt nhỏ, không vượt quá 10 mm.

- Nếu tỷ số giữa chiều sâu đặt hầm và đường kính hầm *C/D* > 1,6 thì độ lún công trình khá nhỏ, không vượt quá 10 mm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Bộ Xây dựng, *QCVN 08:2018/BXD*, Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia, công trình tàu điện ngầm, (2018).

[2] Nguyễn Xuân Mãn, Nguyễn Duyên Phong (2014). Lún mặt đất do xây dựng công trình ngầm, *Tuyển tập các công trình khoa học*, Viện CHTHUD, TP. Hồ Chí Minh.

[3] Nguyễn Xuân Mãn (2008). Điều tra, khảo sát hiện tượng lún mặt đất do khai thác nước tại khu vực Thành phố Hồ Chí Minh. Đề tài Khoa học cấp Viện KHCN VN.

[4] Nguyễn Thành Nam, Nguyễn Xuân Mãn (2017). Lún mặt đất do ảnh hưởng của việc xây dựng công trình ngầm, Tạp chí Xây dựng.

[5] Trần Quý Đức, Thân Văn Văn, Lê Bảo Quốc (2017). "Ảnh hưởng của các yếu tố quan trong do đào đường hầm bằng khiên đào trong đất yếu ở TP Hồ Chí Minh" *Tạp chí Xây dựng Việt Nam*, số 5, 220 -224.

[6] Vũ Minh Ngạn, Sự cố đẩy trồi khi thi công công trình ngầm và phân tích cho sự cố tại Dự án tuyến tàu điện ngầm số 01 TP. Hồ Chí Minh", *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, 05, (2019), pp. 30-35.

[7] Anagnostou, G. and Kovári, K. (1994). The face stability of slurry-shield-driven tunnels.Tunnelling and Underground Space Technology, 9(2):165–174

[8] Atkinson, J. and Potts, D. (1977). Stability of a shallow circular tunnel in cohesionless soil. Geotechnique, 27(2):203–215.

[9] Attewell, P. and Woodman, J. (1982). Predicting the dynamics of ground settlement and its derivitives caused by tunnelling in soil. Ground Engineering, 15(8).

[10] Attewell, P. and Farmer, I. (1974). Ground disturbance caused by shield tunnelling in a stiff, overconsolidated clay. Engineering Geology, 8(4):361–381

[11] Boscardin, M. D. and Cording, E. J. (1989). Building response to excavation-induced settlement. Journal of Geotechnical Engineering, 115(1):1–21.

[12] Burland, J. (1995). Assessment of risk of damage to buildings due to tunnelling and excavation. Imperial College of Science, Technology and Medicine.

[13] Davis, E., Gunn, M., Mair, R., and Seneviratne, H. (1980). The stability of shallow tunnels and underground openings in cohesive material. Geotechnique, 30(4).

[14] Huang, M., Song, C. (2013). Upper-bound stability analysis of a plane strain heading in non-homogeneous clay. Tunnelling and Underground Space Technology 38 (9), 213–223

[15] Leca, E. and Dormieux, L. (1990). Upper and lower bound solutions for the face stability of shallow circular tunnels in frictional material. Géotechnique, 40(4):581–606.

[16] Mair, R., Taylor, R., and Bracegirdle, A. (1993). Subsurface settlement profiles above tunnels in clays. Geotechnique, 43(2).

[17] Mollon, G., Dias, D., and Soubra, A.-H. (2009a). Face stability analysis of circular tunnels driven by a pressurized shield. Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering, 136(1):215–229.

Shiau, J., & Al-Asadi, F. (2020). Determination of critical tunnel heading pressures using stability factors. Computers and Geotechnics, 119, 103345

[18] O'Reilly, M. and New, B. (1982). Settlements above tunnels in the united kingdom-their magnitude and prediction. Technical report, Institution of Mining and Metallurgy.

[19] Peck, R. B. (1969). Deep excavations and tunnelling in soft ground. In Proc. 7th Int. Conf.on SMFE, pages 225–290

[20] Rankin, W. (1988). Ground movements resulting from urban tunnelling: predictions and effects. Geological Society, London, Engineering Geology Special Publications, 5(1):79–92.

[21] Selemetas, D., Standing, J., and Mair, R. (2005). The response of full-scale piles to tunnelling. In Proceedings of the 5th International Symposium on Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground, pages 763–769. Taylor and Francis

[22] Senent, S., Jimenez, R., (2015). A tunnel face failure mechanism for layered ground, considering the possibility of partial collapse. Tunn. Undergr. Space Technol. 47, 182–192.

[23] Verruijt, A. (1997). A complex variable solution for a deforming circular tunnel in an elastic half-plane. International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, 21(2):77–89.

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
Địa chỉ: Phường Tân Thịnh - Thành phố Thái Nguyên - Tỉnh Thái Nguyên
Điện thoại: 0208 3840023; Fax: 0208 3840017
Website: nxb.tnu.edu.vn * E-mail: nxb.dhtn@gmail.com

TUYỂN TẬP CÔNG TRÌNH

Hội nghị Khoa học toàn quốc
Cơ học Vật rắn lần thứ XV

TP. Thái Nguyên, ngày 24, 25 tháng 9 năm 2021

Chịu trách nhiệm xuất bản:
TS. PHẠM QUỐC TUẤN
Giám đốc - Tổng biên tập

Biên tập:	HOÀNG ĐỨC NGUYÊN
Thiết kế bìa:	LÊ THÀNH NGUYÊN
Chế bản:	ĐÀO THÁI SƠN
Sửa bản in:	HOÀNG ĐỨC NGUYÊN

Đối tác liên kết xuất bản

Hội Cơ học vật rắn – Hội Cơ học Việt Nam

(Địa chỉ: 264 Đội Cấn, Ba Đình, Hà Nội)

ISBN: 978-604-9987-74-8

In 100 cuốn, khổ 19 x 27 cm, tại Xưởng in - Nhà xuất bản Đại học Thái Nguyên (Địa chỉ: Phường Tân Thịnh - Thành phố Thái Nguyên - Tỉnh Thái Nguyên). Giấy phép xuất bản số: 3091-2021/CXBIPH/02-153/ĐHTN. Quyết định xuất bản số: 207/QĐ-NXBĐHTN, ngày 23/9/2021. In xong và nộp lưu chiểu quý III năm 2021.