

HỘI CƠ HỌC VIỆT NAM

Tuyển tập công trình khoa học
Hội nghị Cơ học toàn quốc lần thứ X

Hà Nội, 08-09/12/2017

Tập 2. Cơ học Thủy khí
Cơ học Tính toán
Cơ học Đất Đá và Môi trường rời



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

HỘI CƠ HỌC VIỆT NAM

**Tuyển tập công trình khoa học
Hội nghị Cơ học toàn quốc lần thứ X**

Hà Nội, 08-09/12/2017

**Tập 2. Cơ học Thủy khí
Cơ học Tính toán
Cơ học Đất Đá và Môi trường rời**

HÀ NỘI, 2018

Tuyển tập công trình khoa học Hội nghị Cơ học toàn quốc lần thứ X

Hà Nội, 08-09/12/2017

Tập 2. Cơ học Thủy khí

Cơ học Tính toán

Cơ học Đất Đá và Môi trường rời

ISBN:

© 2017 Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ

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 KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

Trụ sở: Nhà A16, số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội.

Điện thoại: 024 22149040 Fax: 024 37910147

Website: <http://vap.ac.vn/>

MỤC LỤC

PHẦN 1. CƠ HỌC THỦY KHÍ	1
Nguyễn Hải Anh Thuật toán lưới thích nghi cục bộ cho phương pháp phần tử hạt xoáy trong tính toán dòng chảy rối	2
Nguyễn Quang Bình, Nguyễn Thế Hùng So sánh sơ đồ số trong tính toán dòng chảy qua hệ thống kè mỏ hàn	13
Nguyễn Chí Công, Lương Ngọc Lợi và Ngô Văn Hệ Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ số chiều dày tương đối đến đặc tính thủy động học biên dạng cánh NACA 66 sử dụng trong cánh chân vịt tàu thủy	21
Phạm Thành Đồng, Đặng Ngọc Thanh, Phạm Vũ Uy Nghiên cứu khảo sát ảnh hưởng của tính nhớt và tính nén môi trường đến đặc tính khí động của cánh quay trực thăng bằng phương pháp xoáy rời rạc	28
Nguyễn Trọng Đức, Bùi Đình Trí, Nguyễn Văn Thắng Nghiên cứu ảnh hưởng của dòng gió xung quanh tòa nhà cao tầng bằng phương pháp thủy động lực học số (CFD)	36
Tran Thu Ha, Nguyen Anh Son and Nguyen Van Tung Simulation correction in super cavity model with application of data assimilation	44
Dương Ngọc Hải, Nguyễn Quang Thái, A. A. Gubaidullin, Nguyễn Tất Thắng và N. G. Musakaev OpenFOAM và ứng dụng trong tính toán thủy động lực học dòng chảy có chuyển pha	53
Ngô Văn Hiền Mô hình điều khiển phối hợp cho AUSM-AUVs bằng Automate lai và RealTime UML/MARTE	61
Ngô Văn Hiền, Phạm Gia Điềm Mô hình phân tích, thiết kế và thực thi hệ thống điều khiển cho AUV/ASV với chuẩn MBSE/SysML	70
Dang Trung Hieu and Vu Cong Hoa Simulation of an Airfoil Flutter by Coupling Fluid Structure Depend on CFD Solver	81
Vũ Mạnh Hiếu, Nguyễn Trung Định, Lê Quốc Định Xác định đặc tính khí động của khí cầu	91
Nguyễn Ngọc Hòa Bài toán truyền sóng trong môi trường đàn hồi điển đầy chất lỏng bão hòa	98
Bùi Minh Hoàng, Nguyễn Thế Mịch, Nguyễn Thế Đức, Nguyễn Duy Chính Mô phỏng số cho dòng hai pha rắn - lỏng trong bơm ly tâm bằng mô hình DDPM	107
Phạm Chí Hùng, Đinh Thanh Phong, Phạm Huy Diệu, Phan Hoàng Phụng, Nguyễn Tiến Đạt và Nguyễn Tường Long Nghiên cứu dòng khí và hạt mài thổi qua vòi phun Laval	114
Võ Duy Hưng An investigation of wind flow pattern across staycables at high wind speeds	123
Trần Đình Khôi, Trần Đức Cường Đặc tính chuyển động dọc của máy bay S-30 khi trang bị động cơ có véc tơ lực đẩy thay đổi	131
Nguyễn Chính Kiên Thử nghiệm ứng dụng mạng neuron nhân tạo trong dự báo thủy văn và thủy lực	136

Nguyễn Văn Kự, Nguyễn Anh Tuấn, Nguyễn Văn Lập và Nguyễn Văn Thành Khảo sát thực nghiệm và mô phỏng số profin vận tốc dòng trong ống mặt cắt tròn	147
Phan Thành Long, Trần Văn Luận, Huỳnh Kim Tú Nghiên cứu sự biến dạng của cánh tua bin gió chịu ảnh hưởng của các lực khí động bằng phương pháp số.....	152
Trần Đình Nghiên, Nguyễn Đăng Phóng Ảnh hưởng của đường kính trụ đến chiều sâu xói cục bộ tại trụ trong mô hình vật lý thí nghiệm xói cục bộ trụ cầu	159
Hoàng Thị Bích Ngọc, Nguyễn Hồng Sơn Nghiên cứu tính toán số tương tác khí động - đàn hồi trong điều kiện xoắn cánh theo mô hình 3D	165
Thị Tuyết Nhung Le, Đinh Quy Vu, Vu Thịnh Phạm Integration of a multi-scale homogenization model in ABAQUS software for predicting mechanical properties of Bulk Molding Compound (BMC) composite using function of orientation distributions	172
Thị Tuyết Nhung Le, Đinh Quy Vu, Tiên Thanh La Prediction of the behavior of composite wings subjected to birdstrike impact.....	180
Nguyễn Hồng Phong, Trần Thu Hà và F. X. Le Dimet Phương pháp số cho dòng chảy không dừng trên đoạn sông có tính đến ảnh hưởng của độ dốc đáy	187
Nguyễn Đăng Phóng Xây dựng công thức thực nghiệm dự tính xói cục bộ trụ cầu dạng phức hợp	197
Đinh Hoàng Quân, Phan Văn Từ, Vũ Quốc Trụ Mô phỏng ảnh hưởng của nhiễu sóng N lên lớp biên bề mặt cánh nhon	205
H. S. Hoang and R. Baraille On estimation of high dimensional matrix by stochastic perturbation. Application to oceanic data assimilation	212
Lê Hải Sơn, Phạm Minh Triết và Ngô Khánh Hiếu Ứng dụng phương pháp mô phỏng số để khảo sát ngược đặc tính của chân vịt lắp ngoài đi theo cụm máy Suzuki DF 9.9 HP	220
Dương Đề Tài, A. V. Wolkov, Nguyễn Quốc Ân, Đinh Hoàng Quân Nghiên cứu, khảo sát hệ số bám của hạt nước trên cánh thiết bị bay thông qua khảo sát trường hơi nước hai pha bằng phương pháp Euler.....	229
Nguyễn Hồng Thái, Phan Tiến Dũng, Trần Ngọc Tiến Biên thiên áp suất ở cửa hút và cửa đẩy của một loại quạt Roots cải tiến theo góc quay của trục dẫn động.....	239
Nguyễn Thị Thanh, Hoàng Đức Cường, Nguyễn Xuân Hiền, Phạm Tiến Đạt Mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt nước biển và cường độ bão tiềm năng cực đại trên khu vực Biển Đông	247
Nguyễn Hữu Thắng, Nguyễn Hải Minh và Đào Văn Đoàn Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số kết cấu đầu đạn đến độ ổn định chuyển động trên quỹ đạo của đạn súng bắn dưới nước.....	254
Nguyễn Hữu Thắng, Phan Thanh Phúc Khảo sát ảnh hưởng của một số thông số kết cấu hệ súng - đạn bắn dưới nước đến quy luật thay đổi áp suất khí thuốc lớn nhất và tốc độ đầu nòng của đạn	263
Nguyễn Tat Thang, Duong Ngoc Hai and Tran Khac Viet Simulation of the steady flow around a flying wing by using inviscid and viscous incompressible flow models.....	272

Nguyễn Văn Thắng, Bùi Đình Trí Nghiên cứu số dao động tự do của trụ tròn có khối lượng thấp	282
Trương Tích Thiện, Nguyễn Thái Hiền, Phan Vĩnh Phú và Võ Văn Toàn Mô phỏng thông gió tự nhiên trong thiết kế kiến trúc nhà phố theo hướng hiệu quả năng lượng	290
Hồ Xuân Thịnh Quá trình lắng và khuếch tán của đám mây các hạt lơ lửng	299
Bùi Văn Thường, Đặng Ngọc Thanh Nghiên cứu xác định các tham số nhiệt động lực học động cơ tua bin phản lực 50 BĐ theo chỉ tiêu lực đẩy	306
Trần Ngọc Tiến, Nguyễn Hồng Thái Thiết kế rotor của quạt thổi lobe trên cơ sở đường elip sinh lẩn không trượt trên elip lẩn	315
Vũ Quốc Toàn, Cù Huy Thành, Vũ Văn Chiên, Nguyễn Mạnh Đức, Mai Trường Giang Khảo sát ảnh hưởng của các thông số kết cấu ống mao dẫn đến quá trình làm lạnh môi chất trong máy lạnh mini làm mát trần tự dẫn	322
Vũ Thành Trung, Nguyễn Anh Tuấn, Nguyễn Trung Kiên Nghiên cứu động lực học dù đồ bộ D6 ứng dụng cho hệ thống mô phỏng huấn luyện nhảy dù	330
Vũ Thành Trung, Nguyễn Hải Nam, Dương Văn Thạch, Trần Phú Hoàn Tính toán ảnh hưởng của cánh phá ổn định đến các đặc trưng khí động của tên lửa Iglá	339
Vũ Văn Trường, Vũ Viết Luyện và Phạm Duy Bình Chế độ biến dạng của hạt chất lỏng kép trong dòng chảy trượt	346
Vu Van Truong A numerical study of drop solidification in a laminar cross flow	353
Tran Anh Tu, Le Duc Cuong, Nguyen Kim Cuong, Akihiko Morimoto Characteristics of temperature-salinity, chlorophyll-a and sound speed distributions in Đa Nang - Quy Nhon area	365
Hoàng Anh Tú và Phạm Văn Quang Tính toán và xác định quỹ đạo hạ cánh cho UAV có tính đến ảnh hưởng của gió	372
Nguyễn Anh Tuấn Khảo sát thực nghiệm mối quan hệ giữa hiện tượng giảm lực cản và cấu trúc hình thành do trượt (SIS) trong dòng chảy rối của các dung dịch surfactant loãng	380
Nguyễn Anh Tuấn, Vũ Quốc Trụ Nghiên cứu thiết kế tối ưu khí động cho tàu lượn dạng cánh bay trên cơ sở kết hợp mạng nơron nhân tạo và giải thuật di truyền	384
Nguyễn Quốc Tuấn, Nguyễn Thế Mịch, Đỗ Huy Cương Nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ dây cánh (l/t) của bánh công tác đến hiệu suất của tua bin trực giao	393
Nguyen Van Tung, Tran Thu Ha, Nguyen Tat Thang Coupling Singular Evolutive Interpolated Kalman Filter with a Computational Fluid Dynamics code for the Simulation of a High speed Slender Body moving underwater	400
Thái Doãn Tường, Phan Tùng Sơn, Trần Duy Duyên, Nguyễn Văn Minh Nghiên cứu ảnh hưởng của cánh tà uốn tới đặc tính khí động của cánh máy bay không người lái bằng mô phỏng CFD	408

PHẦN 2. CƠ HỌC TÍNH TOÁN	417
Chien H. Thai and H. Nguyen Xuan A size-dependent functionally graded higher order plate model based on a modified couple stress theory and a moving Kriging meshfree method	418
Lê Quốc Cường, Phan Đức Huỳnh, Nguyễn Hoài Sơn và Nguyễn Bá Duy Phương pháp IB-PGD dựa trên sơ đồ sai phân bậc hai trên lưới không đều cho các bài toán tương tác rắn - lỏng	428
Lê Quốc Cường, Nguyễn Hoài Sơn, Nguyễn Bá Duy và Phan Đức Huỳnh Phương pháp PGD kết hợp HOCFD cho bài toán tấm mỏng chịu uốn.....	436
Lê Quốc Cường, Nguyễn Hoài Sơn, Phan Đức Huỳnh và Nguyễn Bá Duy Giải phương trình 3D Biharmonic bằng phương pháp PGD kết hợp HOCFD	444
Tran T. D., Le V. C. and Pham D. C. Reduced Shakedown Kinematic Formulation Using Smoothed Finite Element Method and Second Order Cone Programming	451
Ba Duy Nguyen, Trung Kien Nguyen and Duc Dai Mai Vibration analysis of functionally graded nanobeams with various boundary conditions.....	459
Nguyễn Đình Dư, Nguyễn Đình Đức và Bùi Quốc Tính Một phương pháp tích phân mới cho phần tử tứ giác nội suy kép (CQ4) cải thiện ma trận độ cứng	468
Ngoc Duong Nguyen, Trung Kien Nguyen and Thuc P. Vo Hybrid-shape-functions for free vibration analysis of thin-walled laminated composite I-beams with different boundary conditions.....	476
Nguyễn Văn Dương, Bùi Mạnh Cường và Đỗ Văn Sĩ Nghiên cứu mô hình cơ học quá trình hình thành ứng suất dư và rung khử ứng suất dư cho chi tiết hàn	486
Nguyễn Thành Đôn Tính chất của liên hợp (ADJOINT) của một hệ tuyến tính.....	492
Do Minh Duc and Bui Thien Lam Dynamic bending of a functionally graded Timoshenko beam resting on elastic foundation under cyclic axial loads	500
Do Minh Duc, Le Khanh Toan and Huynh Vinh ◀ Static analysis of functionally graded beams with initial geometric imperfections subjected to axial loads using Ritz method	509
Nguyen Cong Duc, Huynh Quoc Hung, Pham Bao Toan and Ngo Kieu Nhi Optimization of Strain-Sensor Positions on Calibrated Finite-Element Modeling of Real Simple-Span Bridge using Principal Component Analysis.....	518
Phạm Thị Hằng và Iwamoto Takeshi Ứng dụng mô hình phá hủy trong nghiên cứu độ dai phá hủy của thép không gỉ 304	526
Nguyễn Văn Hậu và Nguyễn Trung Kiên Phân tích ổn định tấm composite nhiều lớp bằng phần tử hữu hạn MITC3 cải tiến.....	535
Dang Viet Hung and Ha Manh Hung Modeling of buckling of thin-walled structures with open cross-section	545

Tôn Thất Hoàng Lâm, Nguyễn Trung Kiên và Nguyễn Văn Hiếu Phân tích ứng xử tĩnh tâm composite đa lớp dựa trên một lý thuyết tấm biến dạng cắt bậc cao	554
Tôn Thất Hoàng Lâm, Nguyễn Văn Hiếu và Châu Đình Thành Phân tích dao động tự do của vỏ có sườn gia cường bằng phần tử tứ giác MISQ24	564
Tran Tuan Long, Nguyen Dong Anh and Nguyen Xuan Thanh Weighting dual technique of equivalent linearization method for Euler stability problem	575
Nguyễn Thị Thu Nga, Trần Nam Hưng, Mai Viết Chinh Đồng nhất môi trường khô có lỗ rỗng và vết nứt: Lời giải giải tích và lời giải số theo mô hình tương tác Mori-Tanaka	581
Nguyễn Thiện Nhân, Nguyễn Trung Kiên Phân tích ứng xử tĩnh dầm composite sử dụng lý thuyết biến dạng cắt bậc cao hai biến	590
Phuc L. H. Ho, Canh V. Le and T. Tran Cong The shakedown state analysis of structures using an equilibrium mesh-free formulation based on the integrated radial basis functions	598
Phuc L. H. Ho, Canh V. Le and Chanh T. Ngo A static shakedown formulation of structures using the node-based smoothed finite element method and second-order cone programming	607
Nguyễn Hoàng Phương, Lê Văn Cảnh và Nguyễn Trung Kiên Xác định miền cường độ của vật liệu không đồng nhất sử dụng lý thuyết phân tích giới hạn và kỹ thuật đồng hóa	615
Mai Anh Quang, Đào Văn Đoàn, Nguyễn Việt Dũng Nghiên cứu mô hình tính toán dao động của giá pháo phòng không 7mm K65 trong một chu kỳ phát bắn	625
Thái Minh Quân và Trần Anh Tuấn Mô phỏng dòng chảy trong quá trình chế tạo vật liệu composite bằng phương pháp phần tử biên	633
Châu Đình Thành và Nguyễn Hoàng Phúc Phân tích tĩnh kết cấu vỏ bằng phần tử vỏ phẳng MITC3+ có biến dạng được làm trơn trên miền con phần tử (CS-MITC3+)	641
Nguyễn Văn Thắng và Trương Chí Công Chẩn đoán không phá hủy bằng kỹ thuật dao động. Áp dụng với dầm công xôn tiết diện chữ nhật	649
Lâm Phát Thuận, Nguyễn Hoài Sơn, Lê Anh Thắng và Hồ Hữu Vịnh Tối ưu hóa góc hướng sợi tâm composite gia cường dùng thuật toán Differential Evolution kết hợp mạng thần kinh nhân tạo	657
Chu Khắc Trung Acoustic transfer vectors concept and Acoustic radiation analysis of the applications	665
Trung Quang Chu, Minh Quy Le and Tu Huu Nguyen Finite element analysis of a Si film anode in trench – structured Cu current collector for lithium – ion batteries	671
Hoàng Minh Tuấn, Sái Mạnh Thắng và Đinh Văn Hiến Xây dựng mô hình liên tục cấu trúc NANO tinh thể trong vật liệu dây NANO bán dẫn bằng phương pháp phần tử hữu hạn có tính đến các tham số bề mặt	677
Nguyễn Phú Tuấn, Trần Đình Khôi, Nguyễn Thế Diện và Phan Đức Đình Khảo sát dao động uốn riêng cánh máy bay	687

PHẦN 3. CƠ HỌC ĐẤT ĐÁ VÀ MÔI TRƯỜNG RỜI	694
Nguyễn Công Mẫn Sự phát triển liên ngành của Cơ học Đất - Đá qua các Hội nghị Cơ học toàn quốc, Tiểu ban Cơ học Đất Đá và Môi trường rời.....	695
Tien Dung Nguyen, Dinh Duc Nguyen and Le Binh Phan Ball penetration test: some aspects on theory and practical applications.....	711
Nguyễn Bá Đồng và Nguyễn Đức Mạnh Nghiên cứu thực nghiệm xác định sức kháng dọc trục, ngang và nhỏ cọc đất xi măng phức hợp trên mô hình thực.....	719
Đào Minh Đức, Hoàng Hải Yến, Nguyễn Khắc Hoàng Giang, Đinh Thị Quỳnh, Đỗ Minh Đức Lựa chọn áp lực cố kết và tốc độ cắt phù hợp trong thí nghiệm cắt xoay nhằm xác định sức kháng cắt dư cho đất sườn tích trên khu vực khối trượt lớn.....	728
Nguyễn Minh Đức, Nguyễn Chí Thuận và Nguyễn Thị Ánh Tuyết Nghiên cứu ứng xử lún cố kết đất bùn đáy sông gia cường xi lò kết hợp vải địa kỹ thuật trong điều kiện nén một trục không nở hông.....	739
Trần Thu Hằng Ứng dụng phương pháp rời rạc để mô phỏng quá trình phá hoại của trụ đá chịu nén ba trục.....	750
Nguyễn Huy Hiệp, Mai Đăng Nhân và Cao Văn Hòa Tính toán độ lún của nền đất có xét tới biến dạng nở hông.....	757
Nguyễn Châu Lâm Khả năng áp dụng bentonit và tro bay làm tầng chống thấm cho bãi rác thải.....	765
Phạm Văn Minh và Ngô Thị Thanh Hương Nghiên cứu ảnh hưởng của cọc đất xi măng đến khả năng chịu lực của tường vây.....	772
Nguyễn Quang Phích và Nguyễn Kế Tường Một số kết quả sử dụng các phương pháp số mô phỏng, phân tích tai biến địa chất xung quanh đường lò trong khối đá phân lớp nghiêng.....	781
Nguyễn Duyên Phong, Nguyễn Xuân Mãn, Đặng Trung Thành Thuật toán tính kết cấu chống công trình ngầm nhiều lớp trên cơ sở nghiên cứu tương tác của hệ “kết cấu chống-khối đất đá”.....	791
Ngô Hà Sơn Ứng dụng mặt đường bê tông cốt thép liên tục trên đoạn đường cong nằm.....	797
Ngô Hà Sơn Khe dọc trong mặt đường bê tông xi măng.....	806
Đàm Trọng Thắng và Vũ Trọng Hiếu Nghiên cứu ảnh hưởng của một số chỉ tiêu cơ lý chính đến mức độ đập vỡ đất đá khi nổ mìn.....	814
Dương Hồng Thắm và Lê Bá Nam Nghiên cứu độ lún cố kết có xét sự thay đổi hệ số thấm theo quá trình nén.....	819
Dương Hồng Thắm và Trần Minh Tú Phân tích độ nhạy và chỉ số độ tin cậy về ổn định tổng thể của bờ sông Vàm Nao (An Giang).....	827
Phạm Quốc Tuấn và Dương Đức Hùng Tính toán ổn định mái dốc đá trầm tích bằng phần mềm Slide 3, có kê đến tiêu chuẩn bền cho đá dị hướng phân lớp, phân phiến.....	837

Phạm Quốc Tuấn, Xia Ting Feng, Nguyễn Quốc Dũng và Phạm Hồng Cường	
Xác định các thông số đàn hồi dị hướng của khối đá dị hướng, phân lớp phân phối.....	847
Trần Ngọc Tuấn và Trần Tuấn Anh	
Tối ưu hóa sức chịu tải cọc khoan nhồi trên cơ sở chỉ số độ tin cậy và phân tích độ nhạy thông số sức chống cắt.....	856
Vu Anh Tuan and Nguyễn Tuong Lai	
Study on enhancement of pile shaft resistance in coral ground using reinforcement wings.....	865
Vũ Văn Tuấn	
Giếng điểm chân không hạ thấp mực nước ngầm: Thi nghiệm và mô hình dự báo	873
Nguyễn Kế Tường và Nguyễn Quang Phích	
Một mô hình giải tích dự báo thời gian ổn định không chống trong thi công xây dựng công trình ngầm	881
Ngô Thị Ngọc Vân và Nguyễn Hồng Nam	
Nghiên cứu đặc trưng biến dạng động của cát nền đê Hữu Sông Hồng	891
CHỈ DẪN TÁC GIẢ.....	899

Thuật toán tính kết cấu chống công trình ngầm nhiều lớp trên cơ sở nghiên cứu tương tác của hệ “kết cấu chống-khối đất đá”

Nguyễn Duyên Phong*, Nguyễn Xuân Mãn, Đặng Trung Thành
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

*Email: nguyenduyenphong@hmg.edu.vn

Tóm tắt: Hiện nay, ở Việt Nam cũng như trên thế giới đã xây dựng nhiều công trình ngầm như: nhà máy điện ngầm, bãi xe ngầm, đường giao thông ngầm qua đồi núi, nút giao thông ngầm, trung tâm thương mại ngầm, tầng ngầm các tòa nhà cao tầng, các công trình quân sự, nhà máy xử lý rác thải hạt nhân, hệ thống tàu điện ngầm,... Ngay sau khi đào hầm sẽ có sự biến đổi trạng thái cơ học của đất đá xung quanh công trình do có sự phân bố lại trạng thái ứng suất nguyên sinh ban đầu. Để công trình ổn định, bền vững cần thiết phải thiết kế kết cấu chống phù hợp với điều kiện của đất đá với các đặc tính khác nhau. Một loại kết cấu chống có thể áp dụng đó là vỏ nhiều lớp từ các vật liệu khác nhau.

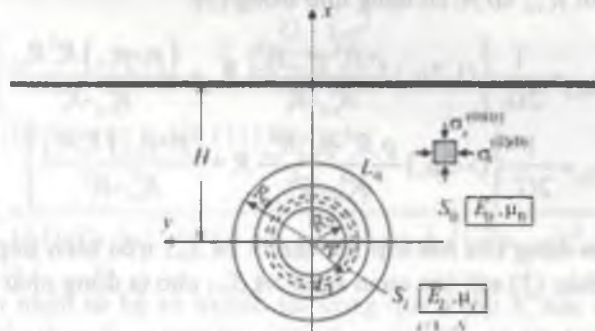
Từ khóa: Kết cấu chống, vỏ nhiều lớp, hệ kết cấu chống-khối đá.

1. Mở đầu

Với mục đích nâng cao khả năng chịu tải cho kết cấu chống (KCC) của công trình ngầm xây dựng trong điều kiện địa chất phức tạp, trong đất yếu và chứa nhiều nước người ta đã sử dụng vỏ chống nhiều lớp. Khi đó, việc thiết kế vỏ nhiều lớp sẽ dựa trên kết quả tính toán kết cấu chống có cấu tạo nhiều lớp. Dạng kết cấu chống này không chỉ có nhiều lớp về cấu tạo mà còn từ các loại vật liệu khác nhau. Loại vỏ nhiều lớp cho phép kịp thời tiến hành gia cố kết cấu chống trong quá trình đào hầm theo nguyên lý “không chế tải trọng” [1].

2. Cơ sở lý thuyết

Kết cấu chống nhiều lớp thường dùng hiện nay bao gồm kiểu tubin, nó được chia ra dạng đồng nhất một lớp và không đồng nhất tại các vị trí nổi; kết cấu chống bê tông cốt thép cũng được chia ra đồng nhất một lớp bê tông và không đồng nhất lớp bê tông, lớp cốt thép [2]. Khi vỏ chống nằm trong trạng thái cân bằng thì hệ “Kết cấu chống nhiều lớp - khối đất đá” cùng biến dạng như một hệ thống nhất. Giả sử KCC bao gồm N lớp (N - số nguyên) và sơ đồ tính toán được biểu diễn như trên Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ tính toán kết cấu chống nhiều lớp

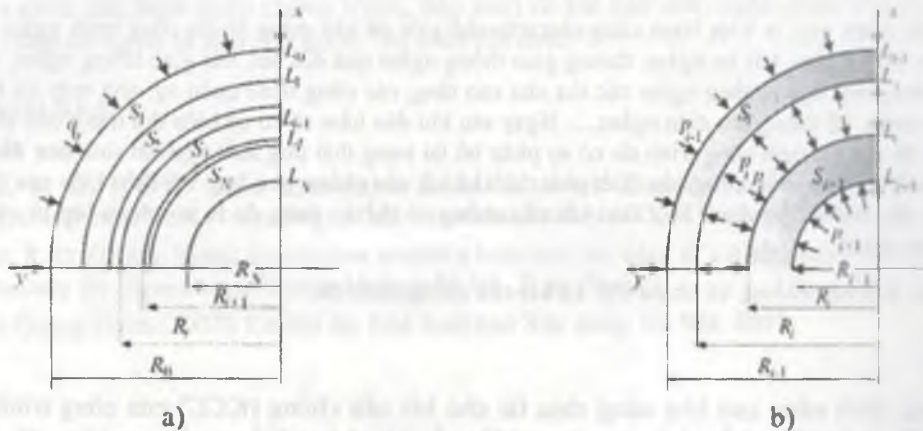
Ở đây, trong môi trường S_0 đất đá có các đặc tính biến dạng là: E_0 - mô đun biến dạng, μ_0 - hệ số Poisson. Môi trường suy yếu bên trong vòng tròn đường hầm có bán kính R_0 ; người ta lắp dựng KCC bằng nhiều lớp và được mô phỏng bằng các vòng tròn đồng tâm $S_i (i=1, \dots, N)$ có bán kính $R_i (i=1, \dots, N)$. Các lớp này được chế tạo từ nhiều loại vật liệu khác nhau với đặc tính $E_i, \mu_i (i=1, \dots, N)$.

Dưới tác động của tải trọng đất đá sẽ tồn tại trong môi trường S_0 trạng thái ứng suất ban đầu được xác định bằng biểu thức (1) [3]:

$$\sigma_x^{(0)(0)} = \sigma_y^{(0)(0)} = -\gamma H, \quad \tau_{xy}^{(0)(0)} = 0$$

Các ứng suất bổ sung giới hạn trong vòng tròn S_1 trên đường tiếp xúc với khối đất đá sẽ có giá trị theo công thức (2) [3]:

$$\sigma_r^{(1)(1)} = -q_0$$



Hình 2. Sơ đồ tính toán

a) Kết cấu chống nhiều lớp; b) Tương tác lân cận giữa các lớp

Từ sơ đồ tính 2 cho thấy khối đất đá phía ngoài biên L_0 sẽ chịu tác động của áp lực tự do (Hình 2a). Trên Hình 2b cho biểu diễn việc tách ra từ hai lớp KCC lân cận tự do có số thứ tự là $i+1$ ($i=1, \dots, N-1$), tiếp xúc bằng biên chung L_i .

Khảo sát sự cân bằng của hệ khi KCC đã chia ra các lớp. Tác động giữa các lớp liên hệ được thay thế bằng các áp lực pháp tuyến. Phía bên ngoài biên L_{i+1} áp sẽ có tác động của áp lực p_{i+1} phía trong lớp bỏ đi S_j ($j=i+1, \dots, N$) chịu áp lực p_{i+1} , phân bố phía trong biên L_{i+1} .

Sử dụng lời giải của bài toán biến dạng phẳng có i lớp KCC tự do, chịu tác động tải trọng từ phía trong và phía ngoài tương ứng là p_{i+1} và p_i của Lamé. Lời giải tương ứng trên biên L_{i+1} và L_i tương ứng với các lớp có bán kính R_{i+1} và R_i có dạng như trong (3):

$$u_{r|L_{i+1}} = \frac{1}{2G_i} \left\{ (1-2\mu_i) \frac{p_i R_i^2 - p_{i+1} R_{i+1}^2}{R_{i+1}^2 - R_i^2} R_{i+1} + \frac{(p_i - p_{i+1}) R_i R_{i+1}^2}{R_{i+1}^2 - R_i^2} \right\}$$

$$u_{r|L_i} = \frac{1}{2G_i} \left\{ (1-2\mu_i) \frac{p_i R_i^2 - p_{i+1} R_{i+1}^2}{R_{i+1}^2 - R_i^2} R_i + \frac{(p_i - p_{i+1}) R_i R_{i+1}^2}{R_{i+1}^2 - R_i^2} \right\}$$

Điều kiện cùng biến dạng của hai lớp lân cận S_i và S_{i+1} trên biên tiếp xúc L_i có dạng như sau: $u_{r|L_i} = u_{r+1|L_i}$. Sử dụng biểu thức (3) với lớp quan sát S_i và S_{i+1} cho ta đồng nhất thức (4):

$$\frac{1}{2G_i} \left\{ (1-2\mu_i) \frac{p_i R_i^2 - p_{i+1} R_{i+1}^2}{R_{i+1}^2 - R_i^2} R_i + \frac{(p_i - p_{i+1}) R_i R_{i+1}^2}{R_{i+1}^2 - R_i^2} \right\} =$$

$$= \frac{1}{2G_{i+1}} \left\{ (1-2\mu_{i+1}) \frac{p_{i+1} R_{i+1}^2 - p_{i+2} R_{i+2}^2}{R_{i+2}^2 - R_{i+1}^2} R_{i+1} + \frac{(p_{i+1} - p_{i+2}) R_{i+1} R_{i+2}^2}{R_{i+2}^2 - R_{i+1}^2} \right\}$$

Theo GS. Buluchov [2] đưa vào hệ số truyền tải trọng qua lớp i từ lớp $i-1$ bên ngoài với lớp $i+1$ bên trong như sau:

$$p_i = K_i p_{i-1}. \quad (5)$$

Từ đó có thể thấy rằng:

$$p_{i-1} = K_{i-1} p_i = K_{i-1} K_i p_{i+1}. \quad (6)$$

Từ đó cho thấy rằng áp lực $p_i (i=1, 2, \dots, N-1)$ trên tất cả các biên $L_i (i=1, 2, \dots, N-1)$ của nhiều lớp cấu tạo công trình ngầm là hàm số đồng nhất tuyến tính với tải trọng p_0 bên ngoài biên L_0 .

Sử dụng ký hiệu:

$$c_i = \frac{R_i}{R_{i+1}}. \quad (7)$$

Từ các biểu thức (5), (6) thay vào trong biểu thức (4) và để ý đến ký hiệu c_i , xác định theo (7), ta có:

$$\begin{aligned} \frac{1}{G_i} \left\{ (1-2\mu_i) \frac{K_i p_{i+1} c_i^2 - p_{i+1}}{1-c_i^2} R_i + \frac{(K_i p_{i+1} - p_{i+1}) R_i}{1-c_i^2} \right\} = \\ = \frac{1}{G_{i+1}} \left\{ (1-2\mu_{i+1}) \frac{K_{i+1} K_i p_{i+1} c_{i+1}^2 - K_i p_{i+1}}{1-c_{i+1}^2} R_i + \frac{(K_{i+1} K_i p_{i+1} - K_i p_{i+1}) c_{i+1}^2 R_i}{1-c_{i+1}^2} \right\} \end{aligned} \quad (8)$$

Sau đó biến đổi nhận được biểu thức:

$$(1-2\mu_i) \frac{K_i c_i^2 - 1}{1-c_i^2} + \frac{K_i - 1}{1-c_i^2} = \frac{G_i}{G_{i+1}} \left\{ (1-2\mu_{i+1}) \frac{K_{i+1} K_i c_{i+1}^2 - K_i}{1-c_{i+1}^2} + \frac{K_{i+1} K_i - K_i}{1-c_{i+1}^2} c_{i+1}^2 \right\}, \quad (9)$$

Biểu thức này cũng có thể viết dưới dạng:

$$K_i \left[(1-2\mu_i) c_i^2 + 1 \right] - 2(1-\mu_i) = K_i \frac{G_i (1-c_i^2)}{G_{i+1} (1-c_{i+1}^2)} \left[(1-2\mu_{i+1}) (K_{i+1} c_{i+1}^2 - 1) + (K_{i+1} - 1) c_{i+1}^2 \right]. \quad (10)$$

Ký hiệu:

$$\xi_i = \frac{G_i}{G_{i+1}} \frac{1-c_i^2}{1-c_{i+1}^2}. \quad (11)$$

Biến đổi biểu thức (10) có chú ý đến (11) cho ta:

$$K_i = \frac{2(1-\mu_i)}{\left[(1-2\mu_i) c_i^2 + 1 \right] - \xi_i \left[2K_{i+1} c_{i+1}^2 (1-\mu_{i+1}) - (1-2\mu_{i+1} + c_{i+1}^2) \right]}. \quad (12)$$

Bằng các phân tích nhận từ hệ số truyền tải trọng qua i lớp K_i xác định tương ứng qua hệ số truyền tải trọng K_{i+1} , có biểu thức dạng truy hồi (12). Trên biên L_N , từ Hình 2, ta có:

$$K_N = 0. \quad (13)$$

Như vậy (12) cho phép tính hệ số truyền tải trọng $K_i (i=N-1, N-2, \dots, 2, 1)$ bằng phép truy hồi.

Tính toán hệ số truyền tải trọng $K_i (i=1, \dots, N)$ cho phép tiến hành xác định ứng suất bán kính áp lực pháp tuyến) trong các lớp vỏ chống, tác động trên biên quan sát $L_i (i=1, \dots, N)$, bằng sử dụng các biểu thức (5), (6), cụ thể như sau:

$$q_0 = p_0, p_i = q_0 \prod_{j=1}^i K_j \quad (i=1, \dots, N).$$

Các giá trị dịch chuyển trên các biên được xác định theo (3).

Những trình bày trên đây cho phép xây dựng biểu đồ để xác định trạng thái cân bằng của hệ "khối đất - KCC nhiều lớp".

Trước hết xem xét kết cấu chống 1 lớp, lắp dựng trực tiếp trên gương ngay khi khai đào. Trong các trường hợp tính toán tiếp theo sẽ đưa ra hệ số điều chỉnh α^* , xác định bằng biểu thức [7].

$$\alpha^* = e^{-1,3 l_0 / R_0}$$

Thay giá trị α^* vào (1) nhận được:

$$\sigma_x^{(0)(0)} = \sigma_y^{(0)(0)} = -\gamma H \alpha^*, \tau_{xy}^{(0)(0)} = 0.$$

Theo [2] đưa ra biểu thức có dạng tổng quát:

$$q_0 = \gamma H \alpha^* - u_0 \operatorname{tg} \beta.$$

Hay:

$$u_0 = \frac{1}{\operatorname{tg} \beta} (\gamma H \alpha^* - q_0).$$

Trong biểu thức (15): $\operatorname{tg} \beta = \frac{2G_0}{R_0}$.

Cho $i = 0$, để ý đến (7) và đưa vào (3) cho ta dịch chuyển u_0 trên biên L_0 như sau:

$$u_0 = \frac{R_0}{2G_1(1-c_1^2)} \left[(1-2\mu_1)(p_1 c_1^2 - q_0) + (p_1 - q_0)c_1^2 \right].$$

Trạng thái cân bằng của hệ "KCC nhiều lớp-khối đất đá" có thể xác định bằng đồ thị biến dạng (17) và (19) trên cùng hệ tọa độ (u_0, p) ; điểm cân bằng là nghiệm của phương trình (20), như sau:

$$\frac{R_0}{2G_1} (\gamma H \alpha^* - q_0) = \frac{R_0}{2G_1(1-c_1^2)} \left[(1-2\mu_1)(p_1 c_1^2 - q_0) + (p_1 - q_0)c_1^2 \right].$$

Biến đổi (20) ta được:

$$\frac{G_1}{G_0} (1-c_1^2) (\gamma H \alpha^* - q_0) = -(1-2\mu_1+c_1^2)q_0 + 2(1-\mu_1)p_1 c_1^2.$$

Biến đổi biểu thức (21) có chú ý biểu thức (5), từ $p_1 = K_1 q_0$, cho ta:

$$\frac{G_1}{G_0} (1-c_1^2) (\gamma H \alpha^* - q_0) = -(1-2\mu_1+c_1^2)q_0 + 2(1-\mu_1)p_1 c_1^2.$$

$$\frac{G_1}{G_0} (1-c_1^2) (\gamma H \alpha^* - q_0) = -(1-2\mu_1+c_1^2)q_0 + 2(1-\mu_1)p_1 c_1^2.$$

Biến đổi (23) ta được:

$$\frac{G_i}{G_0} \gamma H \alpha^* = \left\{ \frac{G_i}{G_0} + \frac{1}{1-c_i^2} \left[2(1-\mu_i) K_i c_i^2 - (1-2\mu_i + c_i^2) \right] \right\} q_0 \quad (24)$$

Cuối cùng:

$$q_0 = \frac{\frac{G_i}{G_0}}{\frac{G_i}{G_0} + \frac{1}{1-c_i^2} \left[2(1-\mu_i) K_i c_i^2 - (1-2\mu_i + c_i^2) \right]} \gamma H \alpha^* \quad (25)$$

Quá trình tính toán như sau: Xác định giá trị q_0 , sau đó thay thế vào biểu thức (14) và (3) để xác định các giá trị $p_i (i=1, \dots, N)$ và chuyển dịch tất cả các lớp vỏ chống. Ứng suất pháp tuyến, tiếp tuyến bổ sung trên các biên bên ngoài (L_{i+1}) và bên trong (L_i) lớp thứ $i (i=1, \dots, N)$ xác định bằng biểu thức:

$$\sigma_n \Big|_{L_{i+1}} = \frac{2c_{i+1}^2}{c_{i+1}^2 - 1} p_{i+1} + \frac{c_{i+1}^2 + 1}{c_{i+1}^2 - 1} p_i, \quad \sigma_n \Big|_{L_i} = \frac{2}{1-c_i^2} p_{i+1} \quad (26)$$

Trên biên L_0 vùng S_0 ứng suất bổ sung theo (1) được tính bằng biểu thức:

$$\sigma_x^{(KCC)} = \sigma_y^{(KCC)} = \sigma_z^{(KCC)} = \sigma_n^{(KCC)} = -\gamma H \alpha^* \quad (27)$$

3. Thuật toán tính toán

Thuật toán xác định trạng thái ứng suất - biến dạng cấu tạo kết cấu chống nhiều lớp trên cơ sở nghiên cứu trạng thái cân bằng thống nhất biến dạng hệ thống "KCC nhiều lớp-khối đất đá" được đưa ra các bước sau:

(1). Các thông số đưa vào: N - số lớp (số lớp vỏ chống trong cấu tạo công trình ngầm, số nguyên); $R_i (i=0, \dots, N)$ - bán kính các lớp KCC tương ứng với số lớp KCC N ; (m) ; E_i, μ_0 - đặc tính biến dạng của đất đá - mô đun biến dạng (MPa) và hệ số Poisson tương ứng; $E_i, \mu_i (i=1, \dots, N)$ - mô đun biến dạng (MPa) và hệ số Poisson vật liệu các lớp KCC; γ - trọng lượng riêng trung bình của đất đá (MN/m^3); H - chiều sâu đặt hầm (m); l_0 - khoảng cách chậm lắp dựng KCC từ gương hầm (m).

(2). Xác định giá trị hệ số điều chỉnh bằng biểu thức (12): $\alpha^* = e^{-1,3 l_0 / R_i}$

(3). Thay đổi chỉ số $i = 1, \dots, N$ tính $c_i = \frac{R_i}{R_{i+1}}$; $G_i = \frac{E_i}{2(1+\mu_i)}$; $\xi_i = \frac{G_i}{G_{i+1}} \frac{1-c_i^2}{1-c_{i+1}^2}$

(4). Cho giá trị $K_N = 0$; xác định các K_i theo công thức truy hồi:

$$K_i = \frac{2(1-\mu_i)}{\left[(1-2\mu_i) c_i^2 + 1 \right] - \xi_i \left[2K_{i+1} c_{i+1}^2 (1-\mu_{i+1}) - (1-2\mu_{i+1} + c_{i+1}^2) \right]} \quad (28)$$

(5). Tính q_0 :

$$q_0 = \frac{\frac{G_i}{G_0}}{\frac{G_i}{G_0} + \frac{1}{1-c_i^2} \left[2(1-\mu_i) K_i c_i^2 - (1-2\mu_i + c_i^2) \right]} \gamma H \alpha^* \quad (29)$$

(6). Tính p_i bằng cách thay đổi chỉ số ($i=1, 2, \dots, N$) theo công thức:

$$p_i = q_0 \prod_{j=1}^i K_j. \quad (30)$$

(7). Tính ứng suất pháp, ứng suất tiếp tuyến bên ngoài (L_{i+1}) và bên trong (L_i) biên hàm i bằng biểu thức:

$$\sigma_{\theta}^{(i)} \Big|_{L_{i+1}} = \frac{2c_{i+1}^2}{c_{i+1}^2 - 1} p_{i+1} + \frac{c_{i+1}^2 + 1}{c_{i+1}^2 - 1} p_i, \quad \sigma_{\theta}^{(i)} \Big|_{L_i} = -\frac{2}{1 - c_{i+1}^2} p_{i+1}. \quad (31)$$

(8). Ứng suất toàn phần trong khối đất đá - vùng S_0 (trên biên L_0) xác định bằng biểu thức:

$$\sigma_x^{(0)(0)} = \sigma_y^{(0)(0)} = \sigma_z^{(0)(0)} = \sigma_{\theta}^{(0)(0)} = -\gamma H \alpha^*.$$

4. Kết luận

Thuật toán tính toán vỏ hàm nhiều lớp gồm 8 bước làm cơ sở để lập trình tính toán vỏ chống đường hầm nhiều lớp mặt cắt ngang hình tròn, xây dựng trong khối đất không đồng nhất;

Thuật toán trên đây được sử dụng để xác định ứng suất theo phương tiếp và ứng suất pháp quy trình công nghệ đào hầm qua nhiều lớp đất đá không đồng nhất và kết cấu chống bằng vỏ nhiều lớp.

Lời cảm ơn

Các tác giả xin cảm ơn Trường Đại học Mỏ-Địa chất đã tạo điều kiện để bài viết này được thành.

Tài liệu tham khảo

- [1] Баклашов И.В., Картозия Б.А., *Механика подземных сооружений и конструкции крепи*, Москва, (1984).
- [2] Булычев Н.С., *Механика подземных сооружений*, Москва, (1994).
- [3] Булычев Н.С., Фотиева Н.Н., Стрельцов Е.В., *Проектирование и расчет крепи капитальных выработок*, Москва, (1986).
- [4] Нгуен Зуен Фонг. *Проектирование обделок перегонных тоннелей метрополитена г. Хошимин (СРВ) на основе исследования равновесного состояния системы «крепь-массив»*. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 3, (2016), с. 45-54.
- [5] Нгуен Зуен Фонг. *Определение напряженного состояния перегонных тоннелей метрополитена г. Хошимин на основе решения упруго - пластической задачи механики деформируемого твердого тела*. Горный информационно - аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 9, (2016), с. 2-15.
- [6] Панкратенко А.Н., Нгуен Зуен Фонг., Саммаль А.С., Нгуен Суан Мань. *Исследование расчетно-многослойных крепи тоннелей, сооружаемых в технологически неоднородном массиве пород*. Горный информационно - аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 4, (2016), с. 3-15.
- [7] Амосин Б.З., Фадеев А.Б. *Метод конечных элементов при задач горной геомеханики*. - М.: Недра, 1975. - 144 с.

ISBN: 978-604-913-752-5



9 786049 137525

SÁCH KHÔNG BÁN