

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TRÀ VINH (TVU)

HỘI ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH
VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆT NAM (VAEGE)



HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT
VÀ MÔI TRƯỜNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG
(VIETGEO 2025)



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

Không phần nào trong xuất bản phẩm này được phép sao chép hay phát hành dưới bất kỳ hình thức hoặc phương tiện nào nếu không được phép của Nhà xuất bản Giao thông vận tải

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

Số 8 phố Tăng Bạt Hổ - Phường Cửa Nam - TP. Hà Nội

Điện thoại: 024 39423346 - 39424620 * Fax: 024 38224784

Website: www.nxbgtvt.vn

Chịu trách nhiệm xuất bản, nội dung:

Giám đốc - Tổng Biên tập:

NGUYỄN MINH NHẬT

Biên tập nội dung:

VŨ VĂN BÁI

Biên tập sách điện tử:

VŨ VĂN BÁI

Kỹ thuật sách điện tử:

NGÔ NHỊ LƯƠNG

Trình bày:

HIỀN LƯƠNG

Số xác nhận đăng ký xuất bản: 3850-2025/CXBIPH/1-78/GTVT.

Số quyết định xuất bản: 13 NB/QĐSĐT-XBGT ngày 22/10/2025.

Nộp lưu chiều tháng 10 năm 2025.

ISBN: 978-604-76-3233-6

MỤC LỤC

Chủ đề I: ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH VÀ ĐỊA KỸ THUẬT

1. PHÁT HIỆN SẠT LỎ ĐẤT DỰA TRÊN KỸ THUẬT HỌC SÂU <i>Nguyễn Kim Cường, Kei Kawamura, Nguyễn Trung Kiên</i>	8
2. NGHIÊN CỨU CHẤT LƯỢNG CẤP PHỐI VỮA CHÈN LẤP VỎ HÀM TBM DỰ ÁN TUYẾN ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ THÍ ĐIỂM THÀNH PHỐ HÀ NỘI, ĐOẠN NHỒN - GA HÀ NỘI <i>Nguyễn Thị Nụ, Bùi Trường Sơn, Ngô Thị Thoan, Ngô Văn Luyện</i>	15
3. GEOLOGICAL EVOLUTION AND GEOMORPHOLOGICAL HERITAGES OF THE NAM O ROCKY SHORE PLATFORM IN THE COASTAL AREA OF DANANG, VIETNAM <i>La Duong Hai, Pham Phuoc Toan, Do Quang Thien</i>	22
4. XÁC ĐỊNH CÁC CHỈ TIÊU CHO DỰ TÍNH ĐỘ LÚN ỔN ĐỊNH CỦA NỀN ĐẤT YẾU BẰNG THÍ NGHIỆM DILATOMETER, ÁP DỤNG CHO KHU VỰC CÁI MẾP <i>Nguyễn Văn Phóng, Phan Tự Hương, Phan Thành Tiền, Trương Thanh Cần</i>	32
5. NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG HỆ THỐNG PHÂN CẤP VÀ TIÊU CHÍ PHÂN ĐỊNH ĐỊA TẦNG ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH <i>Nguyễn Văn Phóng, Bùi Trường Sơn, Bùi Văn Bình, Nguyễn Song Thanh, Nguyễn Tiến Dũng</i>	43
6. NGHIÊN CỨU MÔ PHÒNG LỮ Bùn ĐÁ TẠI TRÀ LÈNG, THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG BẰNG PHẦN MỀM IRIC - MORPHO 2DH <i>Vũ Văn Kiên, Nguyễn Châu Lân, Đỗ Tuấn Nghĩa</i>	53
7. KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH CHO CÁC DỰ ÁN ĐIỆN GIÓ NGOÀI KHƠI: THỬ THÁCH VÀ KINH NGHIỆM THỰC TẾ <i>Trương Thanh Cần, Nguyễn Quỳnh Luân, Nguyễn Văn Phóng</i>	64
8. ỨNG DỤNG PHẦN MỀM STATISTICAL PROCESS TRONG XỬ LÝ THỐNG KÊ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM ĐẤT ĐÁ <i>Phan Tự Hương, Đỗ Minh Tinh</i>	73
9. NGHIÊN CỨU, ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP XỬ LÝ THÂM QUÁ NỀN ĐẬP HỒ CHỨA NƯỚC SÔNG THAN, TỈNH KHÁNH HÒA <i>Phạm Thị Ngọc Hà, Nguyễn Tấn Sơn, Bùi Trường Sơn, Nguyễn Thành Dương</i>	82
10. NGHIÊN CỨU ĐỊA KỸ THUẬT PHỤC VỤ QUY HOẠCH XÂY DỰNG ĐÔ THỊ ÁP DỤNG CHO PHƯỜNG HẢI DƯƠNG, THÀNH PHỐ HẢI PHÒNG <i>Đỗ Hồng Thắng</i>	91
11. PHÂN TÍCH THÂM VÀ ỔN ĐỊNH ĐẬP ĐẤT TRONG TRƯỜNG HỢP MỰC NƯỚC THƯỢNG LƯU HẠ THẤP NHANH <i>Nguyễn Văn Hương, Nguyễn Trung Quân, Nguyễn Thị Lộc, Nguyễn Văn Tươi, Nguyễn Quang Huy</i>	99
12. ĐÁNH GIÁ ỔN ĐỊNH ĐẬP ĐẤT KHI XẢY RA ĐỘNG ĐẤT: ÁP DỤNG CHO ĐẬP ĐẤT THƯỢNG KON TUM <i>Nguyễn Trung Quân, Nguyễn Quang Huy, Nguyễn Thị Lộc, Lê Ngọc Viên, Nguyễn Văn Hương</i>	109
13. ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ BẢN ĐỒ ĐỊA CHẤT ĐẾN VIỆC CHỌN TUYẾN ĐƯỜNG CAO TỐC TUYẾN QUANG - HÀ GIANG, ĐOẠN QUA TỈNH TUYẾN QUANG CŨ <i>Nguyễn Đức Đảm, Phạm Thái Bình, Nguyễn Đức Mạnh, Nguyễn Công Định</i>	120
14. NGHIÊN CỨU SỨC CHỐNG CẮT ĐẤT SÉT LẤN SẠN TRÊN MẪU CHẾ BỊ CÓ KÍCH THUỐC KHÁC NHAU BẰNG THIẾT BỊ CẮT PHẪNG <i>Cao Trọng Công, Nguyễn Đức Mạnh, Nguyễn Châu Lân, Phạm Thu Trang</i>	127

15. XÂY DỰNG MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM TRONG PHÒNG KHẢO SÁT SỰ LÀM VIỆC CỦA NHÓM TRỤ VẬT LIỆU HẠT RỜI KẾT HỢP VỚI LƯỚI ĐỊA KỸ THUẬT TRONG XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU <i>Nguyễn Hải Hà, Nguyễn Đức Mạnh, Nguyễn Thái Linh, Lê Thị Hồng Vân</i>	135
16. ẢNH HƯỞNG TRƯỢT NÔNG TỚI ỔN ĐỊNH NỀN ĐƯỜNG GIAO THÔNG Ở VÙNG NÚI - NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH TUYẾN TL128 ĐOẠN TỪ CHẶN NỬA ĐI SÌN HỒ, TỈNH LAI CHÂU <i>Nguyễn Việt Tiệp, Nguyễn Đức Mạnh, Mai Sỹ Hùng</i>	145
17. ĐƯỜNG SẮT CAO TỐC - KINH NGHIỆM THẾ GIỚI VỀ QUY HOẠCH, XÂY DỰNG, VẬN HÀNH VÀ KHẢO SÁT ĐỊA KỸ THUẬT <i>Nguyễn Thành Dương, Nguyễn Quang Phích</i>	155
18. THÀNH LẬP BẢN ĐỒ SỬ DỤNG ĐẤT CHO KHU VỰC XÃ SÓP CỘP, TỈNH SƠN LA PHỤC VỤ ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ TRƯỢT LỞ DỰA TRÊN DỮ LIỆU VIỄN THÁM VÀ GIS <i>Dương Văn Bình, Phạm Thị Việt Nga, Phạm Thị Ngọc Hà</i>	163
19. ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP XÁC SUẤT TRONG DỰ BÁO ĐỘ LÚN CỎ KẾT CỦA NỀN ĐƯỜNG ĐẤT YẾU <i>Bùi Văn Bình</i>	171
20. NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG VẬT LIỆU ĐÁ TỰ NHIÊN TRONG XÂY DỰNG ĐƯỜNG GIAO THÔNG Ở NINH THUẬN <i>Phạm Minh Tân, Bùi Trường Sơn</i>	179
21. NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG XỈ ĐÁY LÒ NHIỆT ĐIỆN THAY THẾ CÁT TỰ NHIÊN TRONG VỮA XÂY <i>Nguyễn Văn Hùng</i>	186
22. NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA LƯỢNG MƯA TỚI ỔN ĐỊNH NỀN ĐƯỜNG ĐẮP CAO TRÊN TUYẾN CAO TỐC ĐỒNG ĐẰNG - TRÀ LĨNH BẰNG MÔ PHÒNG SỐ <i>Nguyễn Bá Đồng, Nguyễn Đức Hạnh</i>	194
23. CƠ SỞ VÀ CÔNG NGHỆ CHUYỂN ĐỔI SỐ ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT <i>Nhữ Việt Hà</i>	202
24. MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ CÔNG TÁC QUẢN LÝ CÔNG TRÌNH ĐỂ PHÒNG TRÁNH SỰ CỐ TRONG XÂY DỰNG <i>Nguyễn Thị Nụ</i>	211
25. RIVER DYNAMICS AND POST-FLOOD SAND REGENERATION: A GEODYNAMIC AND SEDIMENTOLOGICAL APPROACH <i>Pham Phuoc Toan, Do Quang Thien</i>	218

Chủ đề II: KỸ THUẬT XÂY DỰNG VÀ VẬT LIỆU ĐỊA KỸ THUẬT

26. ĐỀ XUẤT TỶ LỆ PHỐI TRỘN XỈ LÒ CAO VỚI CÁT LÀM VẬT LIỆU THAY THẾ CÁT TRONG XÂY DỰNG <i>Nguyễn Thị Thanh Nhân, Trần Thanh Nhân, Trần Thị Ngọc Quỳnh, Đỗ Quang Thiên</i>	228
27. THEORETICAL DEVELOPMENT OF AN ADAPTIVE RISK ASSESSMENT MODEL FOR LARGE-SCALE INFRASTRUCTURE PROJECTS: A CASE STUDY OF THE MEKONG DELTA, VIETNAM <i>Minh-Huy Vo, Jyh-Bin Yang</i>	238
28. MỘT NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM BÊ TÔNG NHIỀU TRO BAY SỬ DỤNG VẬT LIỆU ĐỊA PHƯƠNG TỈNH VĨNH LONG TRONG XÂY DỰNG BỀN VỮNG <i>Huỳnh Thị Mỹ Dung, Huỳnh Văn Hiệp, Nguyễn Thanh Sang</i>	253
29. MÔ HÌNH LƯỚI MÔ PHÒNG TRUYỀN NHIỆT TRONG BÊ TÔNG <i>Nguyễn Lê Đạt, Phạm Đức Thọ, Đặng Trung Thành</i>	263

30. NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ IoT TRONG KIỂM SOÁT VÀ GIÁM SÁT BIẾN DẠNG KẾT CẤU BÊ TÔNG	
<i>Nguyễn Duyên Phong, Uông Quang Tuyến, Trần Tuấn Minh, Đặng Trung Thành</i>	268
31. VAI TRÒ CỦA KÍCH THUỐC HẠT CÁT TRONG VIỆC KIỂM SOÁT ĐỘ BẨM DÍNH CỦA SỢI THÉP TRONG BÊ TÔNG	
<i>Đặng Văn Phi</i>	274
32. ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ THI CÔNG GIẾNG ĐÚNG VSM TRONG XÂY DỰNG BÃI ĐỖ XE NGẦM TẠI KHU VỰC ĐÔ THỊ HÀ NỘI	
<i>Vũ Minh Ngạn, Vũ Thái Linh</i>	281
33. ỨNG DỤNG VẬT LIỆU GEOPOLYMER TRONG ĐỊA KỸ THUẬT: MỘT TỔNG QUAN VỀ TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU	
<i>Trần Nguyễn Thiện Tâm, Hoàng Trọng Quang</i>	289
Chủ đề III: ĐỊA CHẤT THỦY VĂN, TÀI NGUYÊN NƯỚC VÀ MÔI TRƯỜNG	
34. NGHIÊN CỨU XÂM NHẬP MẶN CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC VEN BIỂN Ở VIỆT NAM: THỰC TRẠNG VÀ THÁCH THỨC	
<i>Phạm Quý Nhân</i>	301
35. ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP TRƯỜNG CHUYÊN XÁC ĐỊNH RANH GIỚI MẶN NHẠT CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC TRẦM TÍCH TẠI ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG	
<i>Trần Vũ Long, Phạm Quý Nhân, Vũ Thu Hiền, Đào Đức Bằng</i>	318
36. ĐÁNH GIÁ CÁC NGUỒN THẢI VÀ KHẢ NĂNG TIẾP NHẬN NƯỚC THẢI CỦA HỒ CẨM SƠN	
<i>Nguyễn Mai Hoa</i>	324
37. THỰC TRẠNG QUẢN LÝ CHẤT THẢI ĐIỆN TỬ, THÁCH THỨC VÀ CƠ HỘI Ở VIỆT NAM	
<i>Phạm Khánh Huy</i>	331
38. MỘT SỐ TÍNH CHẤT VẬT LÝ, HÓA HỌC VÀ CƠ HỌC CỦA TRO ĐÁY LÒ ĐỐT RÁC THẢI SINH HOẠT KHU VỰC PHÍA BẮC VIỆT NAM	
<i>Phùng Đại Bình, Vũ Anh Tuấn, Phạm Đức Tiếp, Phạm Đức Phong, Bùi Đức Thụ</i>	338
39. ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SỐ PHẦN TỬ HỮU HẠN MÔ PHÒNG, DỰ BÁO DÒNG CHẢY VÀ DỊCH CHUYỂN KIM LOẠI NẶNG HOÀ TAN TRONG NƯỚC DƯỚI ĐẤT TẠI KHU VỰC CÔN CÁT VEN BIỂN BÌNH THUẬN	
<i>Trần Vũ Long, Nguyễn Văn Lâm, Đào Đức Bằng, Nguyễn Bách Thảo, Dương Thị Thanh Thủy, Trần Quang Tuấn, Vũ Thu Hiền</i>	348
40. ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG KHAI THÁC TÀI NGUYÊN NƯỚC DƯỚI ĐẤT KHU VỰC ĐẮK NÔNG	
<i>Trần Thị Thanh Thủy, Trần Thị Kim Hà</i>	356
41. ĐIỀU KIỆN THỦY VĂN LƯU VỰC SÔNG CÁI ĐOẠN PHAN RANG - NINH THUẬN VÀ CÁC GIẢI PHÁP KHAI THÁC SỬ DỤNG NGUỒN NƯỚC HIỆU QUẢ CHO CÁC CÔNG TRÌNH TRONG KHU VỰC	
<i>Vũ Thu Hiền</i>	364
42. XÂY DỰNG CÁC LỚP DỮ LIỆU ĐỊA HÌNH TỪ DEM SỬ DỤNG ARCGIS PRO PHỤC VỤ NGHIÊN CỨU NGUY CƠ LŨ LỤT	
<i>Phạm Thị Thanh Hòa, Trần Hồng Hạnh, Lưu Thị Diệu Chinh</i>	369
43. ỨNG DỤNG FEFLOW MÔ PHÒNG LAN TRUYỀN ÂM VÀ DỊCH CHUYỂN KIM LOẠI NẶNG TRONG ĐỐI KHÔNG BẢO HOÀ	
<i>Trần Vũ Long, Vũ Thu Hiền</i>	378
44. ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC NHIỄM CÁC LOẠI NHIÊN LIỆU KHÁC NHAU BẰNG VẬT LIỆU CELLULOSE-AEROGEL TỔNG HỢP TỪ QUẢ GÒN	
<i>Trương Thị Cẩm Trang, Tăng Thế Vinh, Nguyễn Đăng Khoa</i>	385

MÔ HÌNH LƯỚI MÔ PHÒNG TRUYỀN NHIỆT TRONG BÊ TÔNG

Nguyễn Lê Đạt^{1,*}, Phạm Đức Thọ², Đặng Trung Thành²

¹Tập đoàn Công nghiệp - Viễn thông Quân đội

²Trường Đại học Mở - Địa chất

*Tác giả liên hệ: Email: nguyenledat@gmail.com

Tóm tắt

Bài viết trình bày mô phỏng truyền nhiệt trong bê tông thông qua thí nghiệm sử dụng lò nung điện, được thực hiện nhằm kiểm chứng độ chính xác của mô hình truyền nhiệt phi tuyến. Mẫu bê tông hình trụ được nung đến 1200°C, đo nhiệt độ bằng cảm biến tại nhiều độ sâu khác nhau. Kết quả mô phỏng cho thấy sự phân bố nhiệt độ theo chiều sâu có xu hướng giảm dần, và mô hình truyền nhiệt phi tuyến cho kết quả khá sát với thực nghiệm, đặc biệt ở giai đoạn đầu.

Từ khóa: Truyền nhiệt; mô hình phi tuyến; bê tông; mô phỏng; thí nghiệm.

1. Đặt vấn đề

Ứng xử của bê tông trong điều kiện nhiệt độ cao là một vấn đề trọng yếu trong thiết kế cũng như trong đánh giá độ an toàn của các công trình giao thông ngầm. Khi xảy ra sự cố hỏa hoạn trong đường hầm, kết cấu bê tông phải chịu đồng thời tác động của trường nhiệt độ tăng cao và tải trọng cơ học [1,2]. Sự kết hợp này có thể dẫn đến các hiện tượng suy giảm cường độ, nứt tách, bong tróc bề mặt, thậm chí phá hủy cục bộ hoặc toàn bộ kết cấu. Những hư hỏng này không chỉ làm mất khả năng chịu lực của công trình mà còn gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến an toàn giao thông và công tác cứu hộ, cứu nạn [4,5,6,7,8]. Chính vì vậy, việc mô phỏng quá trình truyền nhiệt và phân tích tương tác cơ – nhiệt trong bê tông có ý nghĩa đặc biệt quan trọng. Thông qua các mô hình mô phỏng, các kỹ sư có thể dự báo sự phân bố nhiệt độ, ứng suất – biến dạng trong kết cấu theo thời gian, từ đó đề xuất các giải pháp thiết kế, lựa chọn vật liệu, cũng như biện pháp bảo vệ nhằm nâng cao khả năng chịu lửa và đảm bảo độ bền vững của công trình ngầm..

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

Trong mô hình tổ hợp nhiệt - cơ, bê tông được rời rạc thành 2 hệ lưới: phần tử Delaunay mô phỏng cơ học và phần tử Voronoi mô phỏng truyền nhiệt [3,9,10,11]. Sự tương tác giữa hai trường vật lý này thể hiện qua các thông số truyền nhiệt và hệ số giãn nở nhiệt. Phần mềm lập trình mô phỏng số được sử dụng để xây dựng mô hình và kiểm nghiệm bằng thí nghiệm thực tế.

3. Kết quả và thảo luận

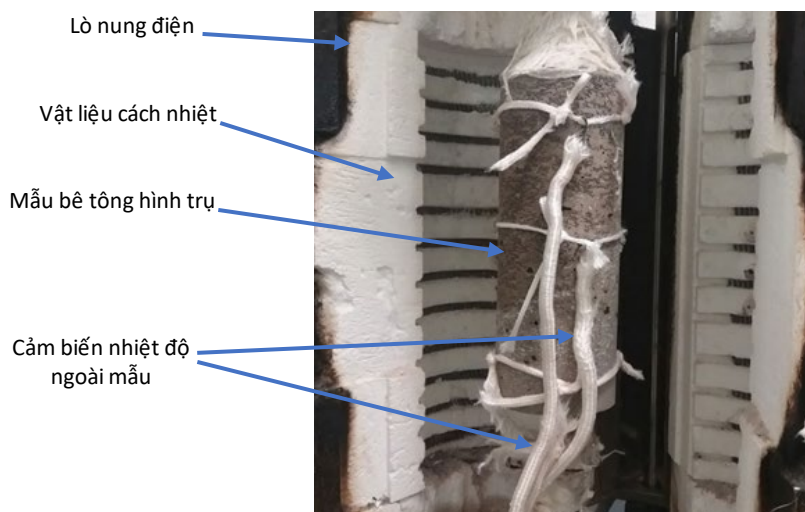
3.1 Mô phỏng thí nghiệm truyền nhiệt trong bê tông

Thí nghiệm truyền nhiệt được thực hiện trên hệ thiết bị đồng bộ bao gồm lò nung điện hình trụ cao 40 cm, đường kính trong 10 cm và ngoài 27,5 cm, có thể đạt nhiệt độ tới 1200°C với tốc độ gia nhiệt 300°C/phút. Ngoài ra, máy còn được kết nối với một hệ thống đo lường để liên kết với cảm biến nhiệt độ được bố trí trong và ngoài mẫu bê tông. Máy thí nghiệm, lò điện, cảm biến nhiệt độ được điều khiển và kiểm soát bởi chương trình trên máy tính. Toàn bộ các dữ liệu liên quan đều được ghi lại (2 lần/1 giây) thành các tập dữ liệu để phục vụ cho công tác xử lý kết quả. Hình 1 dưới đây mô tả cách bố trí thí nghiệm truyền nhiệt trong mẫu bê tông xi măng. Hệ thống được điều khiển bằng máy tính.

Các tham số của mô hình được giới thiệu trong Bảng 1.

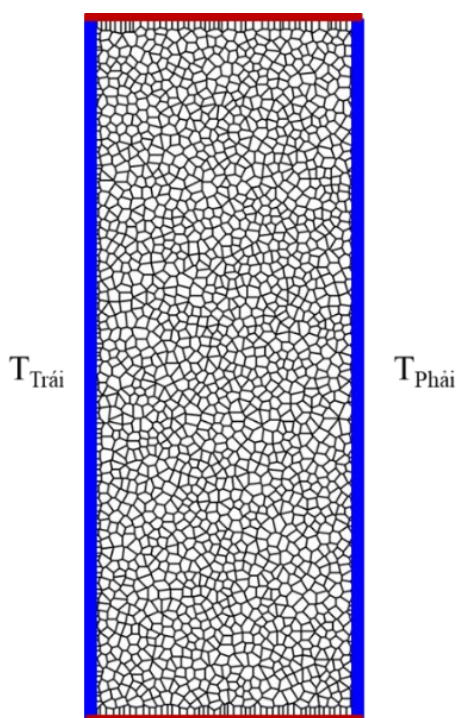
Bảng 1. Các tham số mô hình truyền nhiệt

	λ_0 (W/(m.°C))	C_0 (J/(kg. °C))	A_k [K ⁻¹]	A_c [K ⁻¹]
Bê tông	1.2	1000	- 0.0002	0.0001

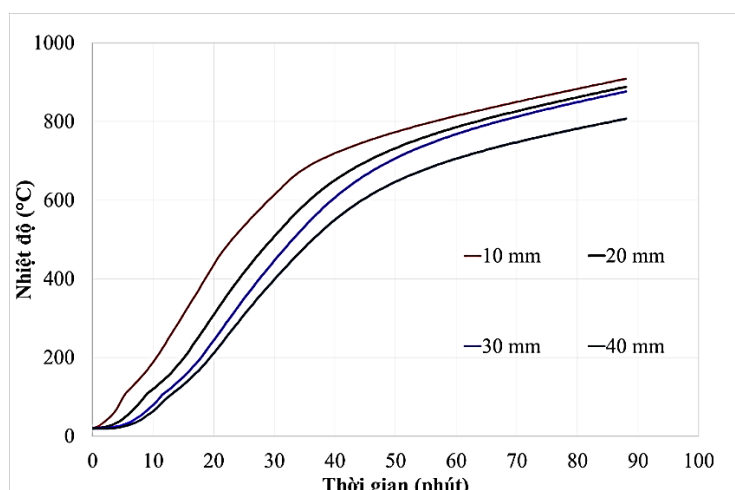
*Hình 1. Bố trí thí nghiệm truyền nhiệt trong mẫu bê tông hình trụ*

Các điều kiện ban đầu và điều kiện biên dùng trong mô phỏng được áp như sau:

- *Điều kiện ban đầu:* Trạng thái ban đầu của mẫu ở nhiệt độ $T_0=25^\circ\text{C}$
- *Điều kiện biên:* Nhiệt độ của mặt ngoài mẫu được tăng lên theo thời gian như kết quả thực nghiệm. Sự đối lưu nhiệt giữa mẫu và môi trường là không đáng kể vì nhiệt độ trong lò điện gần như đồng nhất. Nhiệt lượng truyền đi tại mặt cắt giữa mẫu bằng không vì nó có tính đối xứng tại mặt cắt này.

*Hình 2. Hình học và điều kiện biên*

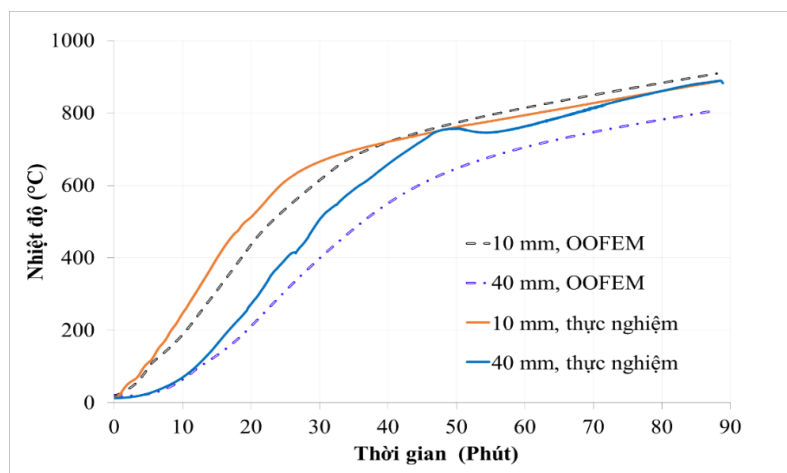
3.2 Phân bố nhiệt độ theo chiều sâu



Hình 3. Sự thay đổi nhiệt độ theo thời gian trong bê tông tại các chiều sâu

Hình 3 biểu diễn sự thay đổi của nhiệt độ theo thời gian ở các vị trí có chiều sâu lần lượt là 10, 20, 30, 40 mm tính từ từ mặt gia nhiệt. Kết quả mô phỏng cho thấy sự phân bố nhiệt trong mẫu bê tông có xu hướng giảm dần theo chiều sâu từ mặt gia nhiệt vào trong. Tại các điểm sâu hơn, tốc độ tăng nhiệt độ giảm rõ rệt. Sự chênh lệch giữa nhiệt độ tại bề mặt và trọng tâm mẫu lên tới khoảng 100°C vào cuối thời điểm mô phỏng. Điều này cho thấy khả năng cách nhiệt tốt của bê tông khối lớn và tính phi tuyến trong lan truyền nhiệt.

3.3 So sánh kết quả mô phỏng và thực nghiệm



Hình 4. So sánh mô phỏng và thực nghiệm tại các chiều sâu

Hình 4 cho thấy sự so sánh giữa hai kết quả thực nghiệm và mô phỏng số liên quan đến sự gia tăng nhiệt độ theo thời gian. Theo Hình 4, có thể thấy sử dụng mô hình truyền nhiệt phi tuyến có thể mô phỏng nhiệt độ trong lò điện. Sự tăng nhiệt độ theo thời gian ở mặt ngoài mẫu gần như sát nhau giữa hai kết quả thực nghiệm và mô phỏng số. Đối với nhiệt độ tại trọng tâm mặt cắt, có thể quan sát thấy nhiệt độ tăng tương tự nhau giữa hai đường cong thực nghiệm và mô phỏng số khi nhiệt độ dưới 100 °C. Ở nhiệt độ cao hơn (trên 100 °C), có sự chênh lệch giữa hai đường cong này, ngày càng được mở rộng cho đến thời điểm xảy ra sự đồng nhất nhiệt độ trong mẫu bê tông. Có thể giải thích sự chênh lệch này bởi ảnh hưởng của sự xuất hiện vết nứt dọc mẫu đến quá trình truyền nhiệt trong mẫu. Khi nhiệt độ vượt ngưỡng này, đường cong mô phỏng có xu hướng sai khác tăng dần so với thực nghiệm.

3.4. Ảnh hưởng của nứt đến quá trình truyền nhiệt

Nguyên nhân chính gây sai khác giữa mô phỏng và thực nghiệm ở nhiệt độ cao là do trong thực tế đã xuất hiện các vết nứt trong mẫu bê tông. Các vết nứt này ảnh hưởng đáng kể đến tốc độ và hướng truyền nhiệt, đặc biệt là khi nhiệt độ cao gây giãn nở và phá vỡ cấu trúc vi mô vật liệu. Trong mô hình chưa xét đến yếu tố nứt, do đó sai lệch này là hợp lý và chỉ ra hướng cải tiến mô hình trong tương lai.

4. Kết luận

Ứng xử của bê tông dưới nhiệt độ cao là tổ hợp ứng xử phức tạp liên quan đến tính truyền nhiệt của loại vật liệu này. Các tính chất truyền nhiệt phụ thuộc vào nhiệt độ và trạng thái phá hủy của kết cấu khi chịu hỏa hoạn.

Mô hình số truyền nhiệt phi tuyến đã mô phỏng thành công quá trình truyền nhiệt trong bê tông khi chịu nhiệt độ cao. Kết quả mô phỏng phù hợp với thực nghiệm trong đa số trường hợp, đặc biệt là giai đoạn đầu gia nhiệt. Việc sử dụng lưới phần tử kết hợp Delaunay và Voronoi giúp mô phỏng được cả cơ học và nhiệt học trong một khung mô hình thống nhất.

Mô hình này là nền tảng cho việc nghiên cứu sâu hơn về tương tác cơ - nhiệt trong kết cấu bê tông chịu hỏa hoạn, đặc biệt cho các công trình ngầm như đường hầm giao thông.

Tài liệu tham khảo

- Z. P. Bazant and M. F. Kaplan, Concrete at High Temperatures: Material Properties and Mathematical Models. Longman, 1996.
- J. Mazars, "Application de la mécanique de l'endommagement au comportement non linéaire et la rupture du béton de structure," Université Pierre et Marie Curie - Paris 6, France, 1984. Accessed: Nov. 27, 2017. [Online]. Available: <https://trid.trb.org/view/1032710>
- P. Grassl, "A lattice approach to model flow in cracked concrete," Cem. Concr. Compos., vol. 31, no. 7, pp. 454-460, Aug. 2009, doi: 10.1016/j.cemconcomp.2009.05.001.
- A. Menou, Etude du comportement thermomécanique des bétons à haute température. : Approche multi échelles de l'endommagement thermique. Pau, 2004. Accessed: Apr. 08, 2019. [Online]. Available: <http://www.theses.fr/2004PAUU3001>
- Mindess, S, Young, J. F, and Darwin, D, "Concrete, 2e edition, Peaeson education, s.l.: s.n.," 2003.
- V. thai Nguyen, "Comportement des bétons ordinaire et à hautes performances soumis à haute température : application à des éprouvettes de grandes dimensions.," These de doctorat, Cergy-Pontoise, 2013. Accessed: Jul. 23, 2021. [Online]. Available: <https://www.theses.fr/2013CERG0633>
- V. Kodur, "Properties of concrete at elevated temperatures," ISRN Civ. Eng., vol. 2014, 2014.
- Zhi Xing, Anne-Lise Beaucour, Ronan Hebert, Albert Noumowe, and Béatrice Ledesert, "Influence of the nature of aggregates on the behaviour of concrete subjected to elevated temperature," Cem. Concr. Res., vol. 41, no. 4, pp. 392-402, Apr. 2011.
- E. Schlangen and J. G. M. van Mier, "Simple lattice model for numerical simulation of fracture of concrete materials and structures," Mater. Struct., vol. 25, no. 9, pp. 534-542, Nov. 1992, doi: 10.1007/BF02472449.
- R. Ince, A. Arslan, and B. L. Karihaloo, "Lattice modelling of size effect in concrete strength,"
- G. Voronoi, "Nouvelles applications des paramètres continus à la théorie des formes quadratiques. Deuxième mémoire. Recherches sur les paralléloèdres primitifs.," J. Für Reine Angew. Math., vol. 134, pp. 198-287, 1908.

Lattice model for simulating heat transfer in concrete

Nguyen Le Dat^{1,*}, Pham Duc Tho², Dang Trung Thanh²

²*Viettel Group*

²*Hanoi University of Mining and Geolgy*

**Corresponding author: Email: nguyenedat@gmail.com*

Abstract

The paper presents a simulation of heat transfer in concrete through an experiment using an electric furnace, conducted to verify the accuracy of the nonlinear heat transfer model. A cylindrical concrete specimen was heated up to 1.200 °C, with temperature measured by sensors at various depths. The simulation results show that the temperature distribution decreases with depth, and the nonlinear heat transfer model provides results that closely match the experimental data, especially in the initial stage.

Keywords: Heat transfer; Nonlinear model; Concrete; Simulation; Experiment.