



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

**KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2024)**

HÀ NỘI 14 - 11 - 2024

ERSD 2024



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

ĐƠN VỊ TỔ CHỨC

Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG)

CÁC ĐƠN VỊ PHỐI HỢP TỔ CHỨC

Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam

Tổng hội Địa chất Việt Nam

Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam

Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu

Hội Cơ học Đá Việt Nam

Hội Công trình ngầm Việt Nam

Hội Dầu khí Việt Nam

Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam

Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam

Hội Địa chất Kinh tế Việt Nam

Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam

Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam

Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban

GS.TS Trần Thanh Hải, *Trường Đại học Mở Địa - chất*

Phó Trưởng ban

PGS.TS Triệu Hùng Trường, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TS Võ Chí Mỹ, *Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam*

GS.TS Bùi Xuân Nam, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*

GS.TS Nguyễn Quang Phích, *Hội Công trình ngầm Việt Nam*

GS.TS Đỗ Như Tráng, *Hội Cơ học Đá Việt Nam*

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS. TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Văn Lâm, *Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam*

PGS.TS Khổng Cao Phong, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Xuân Thảo, *Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam*

PGS.TS Đặng Trung Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*

PGS.TS Lê Đức Tình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Như Trung, *Hội Khoa học kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam*

PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Trần Thị Phúc An, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*

TS Đào Hồng Quảng, *Viện Khoa học Công nghệ Mỏ*

TS Nguyễn Quốc Thập, *Hội Dầu khí Việt Nam*

TS Bùi Thị Thu Thủy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Lê Ái Thụ, *Hội Địa chất Kinh tế Việt Nam*

TS Bùi Yên Tĩnh, *Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu*

BAN KHOA HỌC

Trưởng ban

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TSKH Hoàng Ngọc Hà, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
GS.TS Võ Trọng Hùng, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*
GS.TS Trương Xuân Luận, *Tổng Hội Địa chất Việt Nam*
GS.TS Bùi Xuân Nam, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*
GS.TS Đỗ Như Tráng, *Hội Cơ học Đá Việt Nam*
PGS.TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Lê Ngọc Ánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Nguyễn Quang Minh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Xuân Núi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Khổng Cao Phong, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Ngô Xuân Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Lê Minh Thống, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*
PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Nguyễn Văn Xô, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Đỗ Như Ý, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*
TS Lê Quang Duyến, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Cao Khải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Văn Phóng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Bách Thảo, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

PGS.TS Nguyễn Viết Nghĩa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS. TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Khắc Long, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN THƯ KÝ

Trưởng ban

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Khắc Long, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Hoàng Thu Hằng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Nguyễn Thanh Hải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Phạm Đức Nghiệp, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

WEBSITE HỘI THẢO

Thông tin chi tiết của Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững - ERSĐ 2024 được đăng tải trên trang Website chính thức của Hội nghị tại địa chỉ: <http://ersd.humg.edu.vn/>

ĐỊA CHỈ LIÊN HỆ

Phòng Khoa học công nghệ, Trường Đại học Mở - Địa chất, số 18 phố Viên, phường Đức Thắng, quận Bắc Từ Liêm, thành phố Hà Nội, Việt Nam. ĐT: (+84) 24.3838643

MỤC LỤC

Ban tổ chức hội nghị	i
Mục lục.....	iii
Lời nói đầu	v
Chương trình hội nghị	vii
Tiểu ban Dữ liệu lớn và chuyển đổi số trong khoa học trái đất, tài nguyên môi trường.....	1
Tiểu ban Trí tuệ nhân tạo, IOT, Blockchain và ứng dụng.....	38
Tiểu ban Cơ - Điện.....	71
Tiểu ban Dầu khí tích hợp.....	114
Tiểu ban Địa chất và tài nguyên du lịch.....	238
Tiểu ban Địa chất công trình - Địa kỹ thuật.....	312
Tiểu ban Địa chất thủy văn và Tài nguyên nước.....	430
Tiểu ban Tài nguyên địa chất và Quản lý bền vững.....	516
Tiểu ban Quản lý tài nguyên và Môi trường.....	597
Tiểu ban Công nghệ mới trong xử lý môi trường.....	730
Tiểu ban Phát triển bền vững khoa học công nghệ Mô và Môi trường.....	818
Tiểu ban Phát triển bền vững công nghiệp khai thác và Quản lý an toàn.....	899
Tiểu ban Những tiến bộ trong chế biến khoáng sản và tái chế.....	971
Tiểu ban Xây dựng công trình với phát triển bền vững.....	1039
Tiểu ban Kỹ thuật Trắc địa - Bản đồ và Hệ thống thông tin địa lý.....	1301
Tiểu ban Vật lý, Hóa học và ứng dụng.....	1384
Tiểu ban Toán, Cơ học và ứng dụng.....	1512
Tiểu ban Ngôn ngữ học.....	1634

LỜI NÓI ĐẦU

Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững (ERSD) được Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) và các đối tác tổ chức 2 năm một lần với mục tiêu tạo ra một môi trường bổ ích để các nhà chuyên môn trong và ngoài nước tụ hội và giới thiệu những kết quả và hướng mới trong nghiên cứu khoa học, thảo luận về các xu thế phát triển, thách thức và cơ hội đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của Khoa học Trái đất, Tài nguyên địa chất, khai thác, chế biến, sử dụng và quản lý tài nguyên địa chất, bảo vệ môi trường và các ngành khác có liên quan.

Tiếp nối thành công của các Hội nghị ERSD2018, ERSD2020, ERSD2022, Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững lần thứ tư (ERSD2024) được Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) đăng cai tổ chức với sự tham gia đồng tổ chức của nhiều cơ quan quản lý, tổ chức nghiên cứu khoa học, đào tạo, và doanh nghiệp có uy tín trong nước gồm Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Tổng hội Địa chất Việt Nam, Cục Đo đạc - Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu, Hội Cơ học Đá Việt Nam, Hội Công trình ngầm Việt Nam, Hội Dầu khí Việt Nam, Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam, Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam, Hội Địa chất Kinh tế Việt Nam, Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam, Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam, Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ và nhiều tổ chức và cá nhân khác.

Các chủ đề của Hội nghị tập trung vào nghiên cứu và ứng dụng khoa học công nghệ hướng tới phát triển bền vững đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của Khoa học Trái đất và Tài nguyên thiên nhiên, Khai thác và sử dụng tài nguyên địa chất, Môi trường và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan như Cơ - Điện, Công nghệ Thông tin, Xây dựng, ...

Trong quá trình tổ chức Hội nghị, Ban Tổ chức đã nhận được sự quan tâm của đông đảo các nhà khoa học, chuyên môn và quản lý trong và ngoài nước. Hơn 300 bản thảo báo cáo khoa học liên quan tới các chủ đề của Hội nghị đã được gửi tới Ban biên tập. Trên cơ sở đó, 269 báo cáo có chất lượng tốt đã được lựa chọn và xuất bản trong Tuyển tập các báo cáo toàn văn của Hội nghị với các chủ đề khoa học sau:

1. Dữ liệu lớn và chuyển đổi số trong khoa học trái đất, tài nguyên môi trường
2. Trí tuệ nhân tạo, IoT, Blockchain và ứng dụng
3. Cơ - Điện
4. Dầu khí tích hợp
5. Địa chất và Tài nguyên du lịch
6. Địa chất công trình - Địa kỹ thuật
7. Địa chất thủy văn và Tài nguyên nước
8. Tài nguyên địa chất và quản lý bền vững
9. Quản lý tài nguyên và môi trường
10. Công nghệ mới trong xử lý môi trường
11. Phát triển bền vững khoa học công nghệ mỏ và môi trường
12. Phát triển bền vững công nghiệp khai thác và quản lý an toàn
13. Những tiến bộ trong chế biến khoáng sản và tái chế
14. Xây dựng công trình với phát triển bền vững
15. Kỹ thuật Trắc địa - Bản đồ và Hệ thống thông tin địa lý
16. Vật lý, Hoá học và ứng dụng
17. Toán học, Cơ học và ứng dụng
18. Ngôn ngữ học

Toàn bộ thông tin khoa học về hội nghị được tích hợp vào Website chính thức của Hội nghị tại địa chỉ: <http://ersd.humg.edu.vn/>.

Ban tổ chức xin trân trọng cảm ơn Trường Đại học Mỏ - Địa chất, với tư cách là đơn vị đăng cai tổ chức Hội nghị, cùng các đơn vị đồng tổ chức đã hợp tác chặt chẽ và góp phần quan trọng vào việc tổ chức Hội nghị này. Cảm ơn các nhà khoa học và nhà chuyên môn đã đóng góp các công bố khoa học có giá trị cho Hội nghị. Ban tổ chức cũng đánh giá cao sự nỗ lực của các chuyên gia đọc bài đã có nhiều

nỗ lực và đóng góp để nâng cao chất lượng khoa học của các báo cáo, góp phần quan trọng vào thành công của hội nghị này.

Ban tổ chức mong muốn tiếp tục nhận được sự hợp tác chặt chẽ và góp ý chân thành của các đơn vị và cá nhân đối với việc chuẩn bị và tổ chức hội nghị, chất lượng báo cáo, biên tập, và xuất bản kỷ yếu hội nghị nhằm nâng cao chất lượng của các hội nghị tiếp theo, góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của hoạt động nghiên cứu khoa học và trao đổi học thuật thuộc các lĩnh vực Khoa học Trái đất và Tài nguyên và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan.

Hà Nội, tháng 11 năm 2024
THAY MẶT BAN TỔ CHỨC



GS.TS Trần Thanh Hải

**TIỂU BAN
XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

MỤC LỤC

Nghiên cứu thực nghiệm hiện trường gia cố nền đất yếu bằng cọc cát biển - xi măng - tro bay <i>Nguyễn Trọng Dũng, Tạ Đức Thịnh</i>	1043
Nghiên cứu áp dụng kết cấu chống giữ tổ hợp bằng vì thép kết hợp neo cho đường lò dọc vỉa than Công ty than Mạo Khê – TKV <i>Đào Viết Đoàn</i>	1049
Nghiên cứu tính toán lựa chọn bước chống vì thép cho đường lò một đường xe nằm dưới moong mỏ Núi Béo <i>Đào Viết Đoàn</i>	1056
Nghiên cứu chế tạo và xác định một số tính chất cơ học của bê tông cốt sợi polypropylene dưới tác động của nhiệt độ <i>Nguyễn Đình Hải, Lê Thu Trang</i>	1063
Phân vùng quy hoạch ngoại thành các thành phố lớn để quản lý phát triển đô thị theo hướng bền vững <i>Lê Thị Thanh Hằng</i>	1071
Thí nghiệm từ biến đầm đá cho mô hình đàn nhót tuyến tính phân tích biến dạng xung quanh hầm tiết diện tròn theo thời gian <i>Nguyễn Huy Hiệp, Đinh Quang Trung</i>	1077
Nghiên cứu đề xuất giải pháp phòng chữa cháy khi thi công công trình ngầm <i>Đào Huy Hoàng, Trần Anh Tuấn, Tống Anh Tuấn, Nguyễn Viết Thanh, Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong, Phạm Đức Thọ, Nguyễn Lê Đạt, Đặng Trung Thành</i>	1083
Nghiên cứu tổng quan về phương pháp cọc đá dăm để nâng cao khả năng kháng hóa lỏng của nền đất <i>Đặng Quang Huy, Vũ Minh Ngạn, Phạm Văn Hùng</i>	1089
Nghiên cứu một số giải pháp giảm độ lún đường đầu cầu xây dựng trên nền đất yếu <i>Phạm Văn Hùng, Vũ Minh Ngạn, Đặng Quang Huy</i>	1096
Nghiên cứu phương pháp tính toán sức chịu tải và độ lún nền đường đắp trên nền đất yếu gia cố bằng cọc đất xi măng <i>Phạm Văn Hùng</i>	1103
Một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm về bê tông bọt-khí với cấu trúc rỗng thay đổi trong điều kiện phòng thí nghiệm <i>Tăng Văn Lâm, Võ Đình Trọng, Phạm Đức Lương, Vũ Kim Diễm</i>	1109
Nghiên cứu ảnh hưởng của tro xỉ nhà máy điện đốt rác đến tính chất cơ học của bê tông cường độ cao <i>Tăng Văn Lâm, Võ Đình Trọng, Hoàng Anh Cương</i>	1117
Nghiên cứu ứng xử cơ học của kết cấu chống giữ giếng đứng của tổ hợp kho chứa khí ngầm đào trong đá cứng bằng phương pháp số <i>Ngô Hoàng Minh, Đặng Văn Kiên, Vũ Tiến Dũng, Đỗ Ngọc Anh, Trần Tuấn Điệp</i>	1124
Thiết kế cọc khoan nhồi chôn trong nền đá theo tiêu chuẩn Châu Âu EC7 với một ví dụ thiết kế <i>Nguyễn Thành Luân, Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Văn Mạnh, Bùi Văn Đức</i>	1132
Cải tạo và khôi phục các công trình ngầm để phát triển bền vững <i>Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong</i>	1139

Nghiên cứu ảnh hưởng của khe nứt đến độ ổn định của hai đường hầm giao thông xuyên núi <i>Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong</i>	1145
Hoàn thiện công tác quản lý chất lượng thi công công trình thuộc Ban Quản lý dự án đầu tư xây dựng thị xã Đông Triều, tỉnh Quảng Ninh <i>Phạm Thị Nhân, Nguyễn Tiến Hiệp, Hoàng Đình Phúc</i>	1151
Lý thuyết phương pháp siêu âm và ứng dụng đánh giá vết nứt trong bê tông <i>Phạm Thị Nhân</i>	1158
Xây dựng mô hình trí tuệ nhân tạo sử dụng thuật toán hàng xóm KNN để dự báo diện tích gương hầm sau khi nổ mìn trong quá trình thi công <i>Phạm Thị Nhân, Nguyễn Chí Thành, Bùi Mạnh Tùng, Đỗ Hoàng Hiệp</i>	1165
Một số vấn đề về quy hoạch hạ tầng khu vực nhà ga đường sắt đô thị tại tuyến metro số 1 thành phố Hồ Chí Minh theo mô hình phát triển đô thị TOD <i>Vũ Minh Ngạn, Nguyễn Chí Đạt, Vũ Thái Linh</i>	1171
Thi công lắp xây lắp đường ống hạ tầng bằng công nghệ khoan guồng xoắn (HAB) <i>Vũ Minh Ngạn, Phạm Văn Hùng, Đặng Quang Huy, Trần Hồng Hạnh</i>	1177
Ảnh hưởng của hạt nano silica đến tính chất cơ học của vùng chuyển tiếp giữa cốt sợi thép và bê tông cường độ cao <i>Đặng Văn Phi, Tăng Văn Lâm, Lê Huy Việt, Lê Văn Đàn, Phạm Văn Tuấn, Kim Dong Joo</i>	1182
Dự báo, hạn chế, phòng ngừa sự cố trong thi công công trình ngầm <i>Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Quang Minh, Bùi Văn Đức, Trần Tuấn Minh, Đỗ Ngọc Thái</i>	1188
Phân tích số mức độ ổn định đường hầm đào qua phay, được gia cố bằng khoan phụt trước <i>Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Văn Mạnh, Nguyễn Quang Minh, Bùi Văn Đức, Nguyễn Thành Luân, Nguyễn Ngọc Huệ</i>	1194
Quy luật biến đổi cơ học xung quanh đường hầm trong khối đá phân khối <i>Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Văn Mạnh, Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong</i>	1200
Rủi ro trong dự án xây dựng - Thực trạng và giải pháp quản lý <i>Hoàng Đình Phúc, Phạm Đức Thọ, Vũ Minh Ngạn, Ngô Thị Hương Trang</i>	1206
Phân tích chuyển vị tường vây và đất nền xung quanh khi xây dựng ga tàu điện ngầm bằng phương pháp Topdown <i>Nguyễn Văn Quang, Võ Nhật Luân, Nguyễn Thị Ngọc Bích</i>	1211
Nghiên cứu tính toán lựa chọn bước chống vì thép cho đường lò mức -100÷-150 nằm dưới bãi thải mỏ than Khe Tam <i>Nguyễn Hữu Sà, Đào Viết Đoàn</i>	1217
Nghiên cứu sử dụng năng lượng địa nhiệt tại Việt Nam <i>Nguyễn Chí Thành, Nguyễn Xuân Mãn, Bùi Mạnh Tùng, Phạm Thị Nhân</i>	1225
Nghiên cứu khả năng sử dụng cát nhân tạo thay thế cho cát tự nhiên tại các công trình ở Việt Nam <i>Nguyễn Chí Thành, Nguyễn Viết Nghĩa, Phạm Thị Nhân</i>	1232
Nghiên cứu ảnh hưởng của sơ đồ bố trí hai đường hầm song song đến phân bố nội lực trong vỏ hầm <i>Đỗ Ngọc Thái</i>	1237

Nâng cao hiệu quả sử dụng phương pháp bơm ép vỉa xi măng khi thi công giếng đứng qua khối đá nứt nẻ <i>Đỗ Ngọc Thái, Nguyễn Văn Quang</i>	1243
Áp dụng phương pháp tương quan hình ảnh (DIC) trong nghiên cứu ứng xử uốn của dầm bê tông <i>Phạm Đức Thọ</i>	1249
Nghiên cứu biến dạng thể tích tự sinh của bê tông MgO <i>Chu Việt Thức, Nguyễn Văn Chính</i>	1254
Ứng dụng công nghệ cọc đường kính nhỏ micropile D150 làm kết cấu móng dầm cầu trực đặt trên nền sét pha dẻo mềm <i>Chu Việt Thức, Bùi Văn Đức, Nguyễn Văn Mạnh, Vũ Nho Trường</i>	1259
Bê tông cốt sợi tự nhiên: đặc trưng cơ học và khả năng ứng dụng trong xây dựng cơ sở hạ tầng nông thôn <i>Trần Mạnh Tiến, Đỗ Ngọc Tú, Nguyễn Nam Hòa, Nguyễn Việt Thắng, Nguyễn Thị Tuyết Mai</i>	1266
Nghiên cứu lún bề mặt khi thi công đường hầm mặt cắt ngang hình bán chữ nhật bằng phương pháp đường đặc tính <i>Nguyễn Tài Tiến, Phạm Văn Vĩ, Vũ Ngọc Tuấn</i>	1273
Nghiên cứu tổng quan về vật liệu đá thải-xi măng lấp đầy khoảng trống sau khai thác tại mỏ than hầm lò <i>Nguyễn Tài Tiến</i>	1280
Nghiên cứu ảnh hưởng của độ cứng sàn đến chuyển vị đỉnh kết cấu nhà cao tầng bê tông cốt thép <i>Phạm Văn Tuấn, Đặng Văn Phi, Bùi Văn Đức, Bùi Ngọc Tú, Trương Văn Đoàn</i>	1287
Ảnh hưởng hình dạng tiết diện ngang đường hầm đến nội lực trong kết cấu chống đường hầm khi chịu tải trọng động đất <i>Phạm Văn Vĩ, Đỗ Ngọc Anh, Nguyễn Tài Tiến, Đỗ Xuân Hội, Chu Việt Thức, Nguyễn Tiến Dũng</i>	1293

Nghiên cứu ảnh hưởng của độ cứng sàn đến chuyển vị đỉnh kết cấu nhà cao tầng bê tông cốt thép

Phạm Văn Tuấn¹, Đặng Văn Phi^{2*}, Bùi Văn Đức², Bùi Ngọc Tú³, Trương Văn Đoàn⁴

¹Công ty cổ phần Kiến trúc Modern House

²Trường Đại học Mỏ - Địa chất

³Kumagai Gumi Co., Ltd

⁴Trường Đại học Thủy Lợi

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng độ cứng của các loại sàn tới chuyển vị của kết cấu nhà nhiều tầng bê tông cốt thép toàn khối đã được phân tích và đánh giá. Các phương án sàn đã được sử dụng bao gồm sàn bê tông cốt thép thường (BTCTT) với chiều dày sàn thay đổi từ 190mm đến 310mm ; và sàn rỗng VRO với chiều dày 230mm và 310mm. Bài báo đã sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn dựa trên phần mềm ETABS để phân tích chuyển vị và nội lực kết cấu của công trình. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, khi độ cứng của sàn tăng, chuyển vị của công trình có xu hướng giảm. Trong đó, khi chiều dày của sàn BTCTT tăng từ 190mm lên 310mm, chuyển vị đỉnh của công trình giảm từ 14,10mm xuống còn 11,90mm. Bên cạnh đó, khi chiều dày của sàn rỗng VRO tăng từ 230mm lên 310mm, độ cứng của công trình giảm từ 84,73mm xuống còn 82,36mm. Ngoài ra, với chiều dày sàn không thay đổi, sàn rỗng VRO gây ra chuyển vị của công trình lớn hơn so với sàn BTCTT, điều này là do sàn VRO có độ cứng thấp hơn sàn BTCTT. Hơn nữa, khi độ cứng của sàn tăng, chu kỳ dao động của công trình có xu hướng giảm đối với cả hai phương án sàn BTCTT và sàn rỗng VRO.

Từ khóa: độ cứng; sàn bê tông cốt thép; sàn VRO; chuyển vị

1. Đặt vấn đề

Kết cấu sàn là bộ phận kết cấu quan trọng trong nhà nhiều tầng, chúng có vai trò tiếp nhận và truyền tải trọng từ sàn xuống hệ dầm và cột, và đảm bảo tính ổn định của toàn bộ công trình. Một số loại kết cấu sàn phổ biến được sử dụng trong các công trình nhà cao tầng hiện nay như: sàn bê tông cốt thép toàn khối, sàn bê tông dự ứng lực, sàn lắp ghép, sàn thép, sàn composite, v.v. Việc lựa chọn loại kết cấu sàn cho công trình phụ thuộc vào nhiều yếu tố như chiều dài nhịp, bước cột, tải trọng, chi phí, thời gian thi công, và yêu cầu thiết kế cụ thể của từng dự án. Mỗi loại kết cấu sàn đều có những ưu điểm và nhược điểm riêng, do đó việc lựa chọn phương án sàn cho công trình cần được xem xét kỹ lưỡng để đảm bảo tính an toàn, hiệu quả kinh tế và thẩm mỹ cho các công trình.

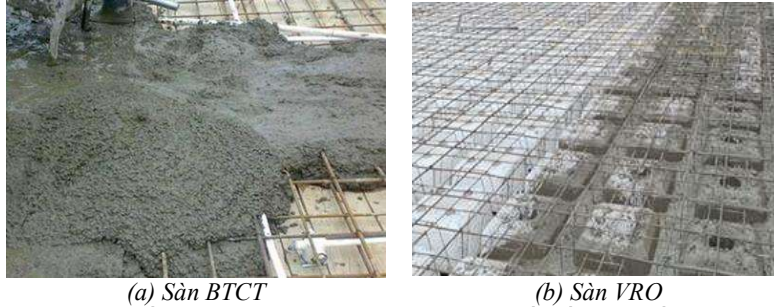
Sàn bê tông cốt thép thường (BTCTT) là kết cấu đã được sử dụng khá phổ biến trong xây dựng công trình (Hình 1a). Sàn BTCTT có khả năng chịu lực tốt và bền vững với thời gian, tuy nhiên sàn BTCTT có trọng lượng bản thân lớn, khả năng cách âm và cách nhiệt kém. Hiện nay, một số loại sàn bê tông cốt thép lõi rỗng đang được các chủ đầu tư xây dựng công trình quan tâm và áp dụng, nhằm mục đích giảm khối lượng bê tông và khối lượng thép cho kết cấu công trình. Những loại sàn này thường được sử dụng kết hợp với các vật liệu nhẹ như bóng nhựa, hộp nhựa, hộp xốp, v.v., để đặt vào vị trí giữa của chiều dày sàn. Trong đó, sàn rỗng lõi xốp VRO (Void-Reducing Optimized Slab), lõi xốp (Foam) được chế tạo từ các loại vật liệu nhẹ như polystyrene hoặc polyurethane, lõi xốp được đặt vào giữa hai lớp bê tông cốt thép của sàn để giảm trọng lượng tổng thể của sàn, đồng thời vẫn duy trì được khả năng chịu lực cần thiết (Hình 1b). Tuy nhiên, việc tính toán sàn lõi rỗng tương đối phức tạp và chưa có tiêu chuẩn tính toán cụ thể.

Trong quá trình phân tích, sàn được giả thiết là tuyệt đối cứng trong mặt phẳng của chúng, giả thiết này đã được áp dụng khá phổ biến trong các phương pháp tính toán hệ kết cấu nhà cao tầng, nhưng chưa phản ánh đầy đủ sự làm việc thực tế của hệ kết cấu sàn, đặc biệt là các loại sàn lõi rỗng. Tác giả (Nguyễn Hữu

* Tác giả liên hệ

Email: dangvanphi@humg.edu.vn

Việt, 2009) báo cáo rằng, kết cấu sàn có độ cứng hữu hạn khi kết cấu công trình chịu tác dụng tải trọng ngang. Tác giả chỉ ra rằng, khi chiều dày sàn tăng từ 0,15 – 0,25m thì chuyển vị của kết cấu vách giảm từ 20 - 30%. Các tác giả (Thái Mạnh Cường và Hoàng Đức Thắng, 2023) báo cáo rằng ứng suất và chuyển vị trong sàn phẳng lõi rỗng phụ thuộc vào loại mô hình tính, trong đó mô hình tính Wall cho kết quả gần với thực tế hơn so với mô hình Solid và mô hình Slab. Tác giả (Mahdi và Ismael, 2021) đã nghiên cứu ứng xử của sàn lõi rỗng một phương với kích thước 1700mm × 435mm × 125mm chịu uốn, tác giả báo cáo rằng sàn bê tông cốt thép sử dụng hai, ba và bốn hàng lõi rỗng có đường kính 75mm đã làm giảm trọng lượng bê tông lần lượt là 16,25%, 24,37% và 32,50%; tuy nhiên, độ võng của sàn tăng lần lượt là 7,57%, 17,44% và 22,81% khi so sánh với sàn đặc tương ứng. Tác giả (Liu và nnk, 2017) nghiên cứu ứng xử của sàn lõi rỗng dưới tác dụng của tải trọng động, kết quả cho thấy sàn rỗng có thể giảm tải trọng động lên kết cấu sàn, nhờ vào sự giảm trọng lượng tổng thể của sàn.



Hình 1. Một số loại sàn được sử dụng trong nhà nhiều tầng (Nguồn : Internet)

Mặc dù, ảnh hưởng của các loại sàn đến quá trình phân tích và tính toán kết cấu công trình nhà nhiều tầng đã được nghiên cứu. Tuy nhiên, nghiên cứu ảnh hưởng của độ cứng sàn đến chuyển vị đỉnh kết cấu nhà cao tầng bê tông cốt thép vẫn còn hạn chế. Vì vậy, trong nghiên cứu này ảnh hưởng của chiều dày sàn (190mm - 310mm) và loại sàn (sàn có lõi rỗng và sàn đặc) đến chuyển vị của cấu nhà cao tầng bê tông cốt thép sẽ được phân tích và đánh giá.

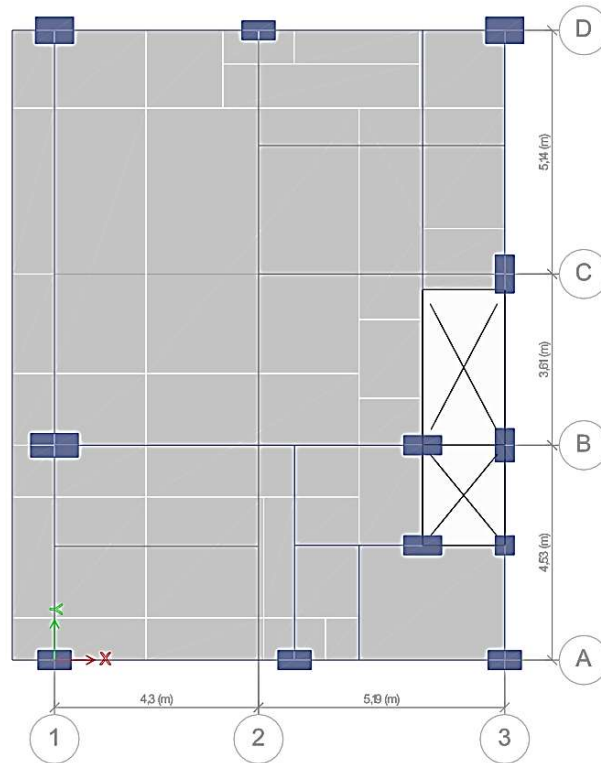
2. Cơ sở lý thuyết và mô hình nghiên cứu

Hình 2 trình bày mặt bằng kết cấu điển hình của công trình được sử dụng trong nghiên cứu này; công trình gồm 16 tầng và chiều cao tầng là 3,6m. Vật liệu bê tông có cấp độ bền B25 đã được sử dụng cho toàn bộ kết cấu công trình. Để đánh giá ảnh hưởng của độ cứng sàn đến chuyển vị đỉnh của công trình, các phương án sàn đã được sử dụng bao gồm : Sàn BTCTT với chiều dày lần lượt là 190mm, 230mm, 270mm, 310 mm. Bên cạnh đó, ảnh hưởng của độ cứng sàn rỗng VRO với chiều cao 230mm và 310mm cũng được phân tích để so sánh với kết quả thu được từ phương án sàn BTCTT. Thông số quy đổi độ cứng tương đương của sàn rỗng lõi xộp VRO trình bày trong Bảng 1, được lấy theo số liệu đã được báo cáo trong tài liệu (Phạm Thái Hoàn và nnk, 2020).

Tải trọng sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm : tĩnh tải, hoạt tải sử dụng, và tải trọng gió được tính toán theo (TCVN 2737:2023, 2023); tải trọng động đất được xác định theo tiêu chuẩn (TCVN 9386:2012, 2012). Nội lực và chuyển vị của công trình được phân tích dựa trên phần mềm ETABS ultimate 21.2.0.

Bảng 1. Thông số đặc trưng của các loại sàn

Loại	Chiều dày (mm)	Khối lượng riêng (kG/m ³)	Các hệ số điều chỉnh độ cứng của sàn				
			Độ cứng chống kéo, nén	Độ cứng chống trượt theo phương mặt phẳng sàn	Độ cứng chống uốn	Độ cứng chống xoắn	Độ cứng chống trượt theo phương vuông góc với mặt phẳng sàn
BTCTT	190	2500	-	-	-	-	-
BTCTT	230	2500	-	-	-	-	-
BTCTT	270	2500	-	-	-	-	-
BTCTT	310	2500	-	-	-	-	-
VRO	230	1816	0,57	0,60	0,90	0,75	0,42
VRO	310	1588	0,51	0,54	0,81	0,68	0,38



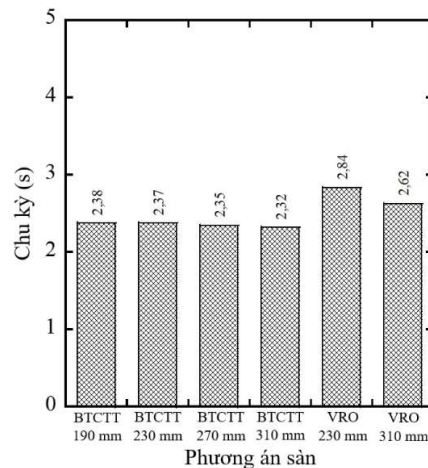
Hình 2. Mặt bằng kết cấu điển hình của công trình

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của các loại sàn đến chu kỳ dao động của công trình

Hình 3 trình bày giá trị chu kỳ dao động của công trình dựa trên quá trình phân tích từ phần mềm ETABS. Khi chiều dày sàn BTCTT tăng từ 190mm - 310mm, chu kỳ dao động của công trình giảm; nói cách khác là, khi độ cứng của sàn tăng thì chu kỳ của công trình giảm. Chu kỳ dao động của công trình tương ứng với các chiều dày sàn 190mm, 230mm, 270mm, và 310mm lần lượt là 2,38 ; 2,37 ; 2,35 và 2,32 giây (s). Tương tự đối với sàn rỗng VRO, khi chiều dày sàn tăng lên từ 230 mm đến 310 mm, chu kỳ của công trình giảm từ 2,84s xuống 2,62s.

Ngoài ra, so với sàn rỗng có cùng chiều dày, sàn đặc bê tông cốt thép đã tạo ra chu kỳ dao động của công trình nhỏ hơn (Hình 3). Điều này có thể được giải thích rằng, mặc dù cả hai loại sàn đặc BTCTT và sàn rỗng VRO có cùng chiều dày, nhưng sàn VRO có độ cứng nhỏ hơn, do đó chu kỳ dao động của công trình sử dụng loại sàn rỗng VRO lớn hơn so với sàn đặc BTCTT.

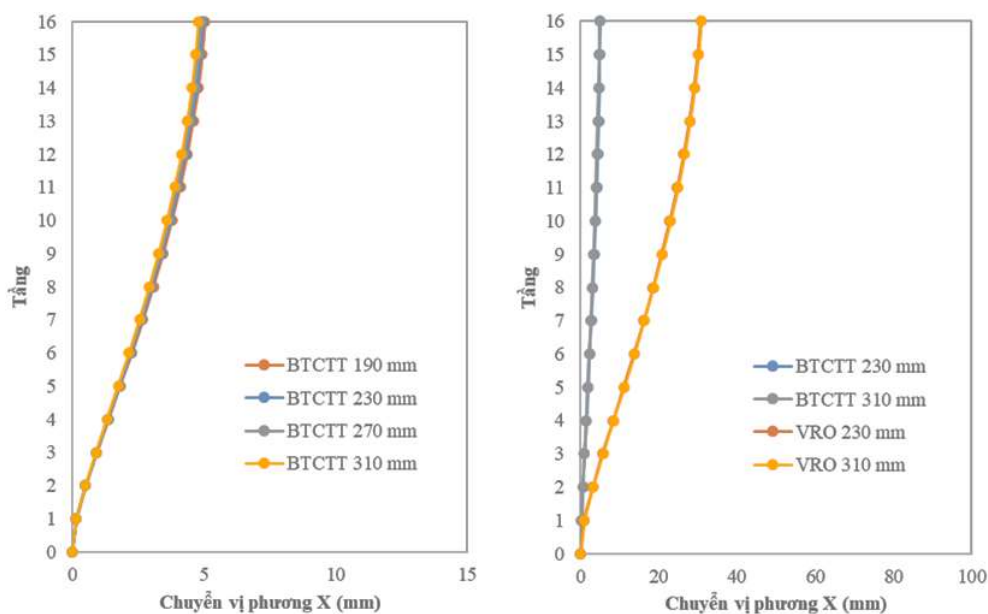


Hình 3. Chu kỳ dao động của công trình ứng với các phương án sàn

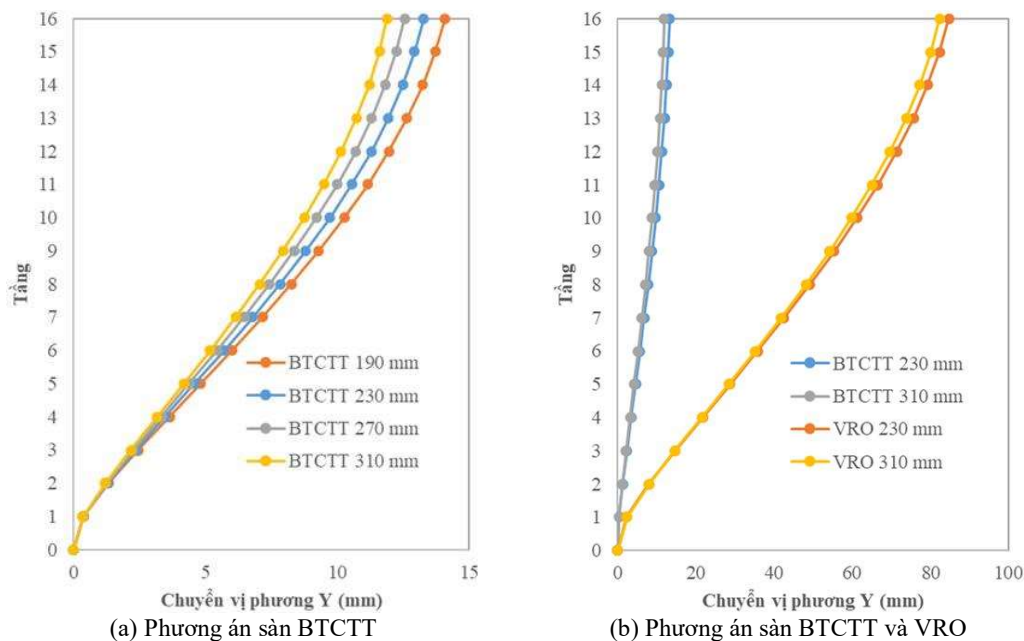
3.2. Ảnh hưởng của các loại sàn đến chuyển vị của công trình

Hình 4 trình bày chuyển vị tầng của công trình theo phương X ứng với các phương án sàn khác nhau. Đối với sàn BTCTT, khi chiều dày sàn tăng từ 190mm lên 310mm, chuyển vị của công trình giảm (Hình 4a). Ví dụ, tại tầng 16 của công trình, chuyển vị của công trình ứng với sàn BTCTT 190mm và 310mm lần lượt là 5,04mm và 4,79mm (Bảng 2).

Ngoài ra, chuyển vị của công trình khi sử dụng phương án sàn BTCTT và sàn rỗng VRO có cùng chiều dày sàn, sàn VRO đã gây ra chuyển vị lớn hơn so với sàn BTCTT (Hình 4b). Chuyển vị đỉnh (Tầng 16) của công trình ứng với phương án sàn BTCTT và VRO với chiều dày sàn 230 mm lần lượt là 4,97 mm và 30,83 mm (Bảng 2).



Hình 4. Chuyển vị tầng theo phương X của công trình



Hình 5. Chuyển vị tầng theo phương Y của công trình

Bảng 2. Chuyển vị đỉnh của công trình

Phương tác dụng	Phương án Sàn					
	BTCTT 190 mm	BTCTT 230 mm	BTCTT 270 mm	BTCTT 310 mm	VRO 230 mm	VRO 310 mm
Theo trục X	5,04	4,97	4,88	4,79	30,83	30,68
Theo trục Y	14,10	13,28	12,56	11,90	84,73	82,36

Chuyển vị của công trình theo phương Y có sự thay đổi rõ ràng hơn so với phương X (Hình 5). Khi độ cứng của sàn tăng thì chuyển vị của công trình theo phương Y giảm, xu hướng này tương tự như đối với phương X đã trình bày ở trên. Chuyển vị của công trình (Tầng 16) theo phương Y giảm từ 14,10mm xuống đến 11,90mm khi chiều dày sàn tăng từ 190mm đến 310mm, với phương án sàn BTCTT ; hơn nữa, chuyển vị đỉnh của công trình khi sử dụng sàn VRO tăng từ 230mm đến 310mm cũng có xu hướng giảm từ 84,73mm xuống đến 82,36mm (Bảng 2).

Ngoài ra, khi công trình sử dụng cùng chiều dày sàn, nhưng với sàn đặc BTCTT đã tạo ra chuyển vị nhỏ hơn so với sàn VRO, điều này bởi vì hộp xộp trong sàn VRO đã chiếm một phần thể tích không gian trong phạm vi kết cấu sàn, dẫn đến sàn VRO có tải trọng nhẹ hơn và có độ cứng nhỏ hơn so với sàn BTCTT.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của độ cứng sàn đến chuyển vị của nhà cao tầng bê tông cốt thép đã được đánh giá dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn, phần mềm ETABS đã được sử dụng để mô phỏng hệ kết cấu của công trình. Một số kết luận được rút ra từ nghiên cứu này như sau :

+ Khi độ cứng của sàn tăng thì chuyển vị của công trình giảm. Với chiều dày của sàn BTCTT tăng từ 190 mm đến 310 mm thì chuyển vị đỉnh của công trình giảm từ 14,10 mm đến 11,90 mm. Bên cạnh đó, với sàn rỗng VRO tăng từ 230 mm đến 310 mm thì độ cứng của công trình giảm từ 84,73 mm đến 82,36 mm.

+ Khi chiều dày sàn có kích thước không thay đổi, sàn rỗng VRO gây ra chuyển vị của công trình lớn hơn so với sàn BTCTT. Ví dụ, với sàn có chiều dày là 230 mm, chuyển vị của công trình ứng với sàn VRO và sàn BTCTT lần lượt là 84,73 mm và 13,28 mm. Sàn VRO gây ra chuyển vị của công trình lớn hơn so với sàn BTCTT vì sàn VRO có độ cứng nhỏ hơn so với sàn BTCTT khi có cùng chiều dày sàn.

+ Hơn nữa, khi độ cứng của sàn tăng thì chu kỳ của công trình giảm đối với cả phương án sàn BTCTT và sàn rỗng VRO. Ví dụ, chu kỳ của công trình giảm từ 2,38s xuống 2,32s ứng với chiều dày sàn tăng từ 190 mm đến 310 mm.

5. Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Mở-Địa chất và đề tài Khoa học và Công nghệ cấp Cơ sở mã số: T24-34 Trường Đại học Mở-Địa Chất. Nhóm nghiên cứu xin trân trọng cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

Thái Mạnh Cường và Hoàng Đức Thắng, 2023. Nghiên cứu so sánh ứng suất, biến dạng trong sàn phẳng lõi rỗng BTCT theo các mô hình tính. *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng*, số 2, trang 42–46.

Phạm Thái Hoàn và nnk, 2020. Khảo sát ảnh hưởng của mô hình hóa sàn lõi rỗng sử dụng phần mềm ETABS tới phản ứng động học của nhà nhiều tầng. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD) - ĐHXD*, số 2, trang 34-51.

Liu và nnk, 2017. Experimental and numerical dynamic analyses of hollow core concrete floors. *Structures*, 12: 286-297.

Mahdi và Ismael, 2021. Structural behavior of hollow-core one way slabs of high strength self-compacting concrete. *International Journal of Engineering*, 34: 39-45.

Nguyễn Hữu Việt, 2009. *Ảnh hưởng của độ cứng sàn đến nội lực và chuyển vị các kết cấu chịu lực nhà cao tầng*. Luận án Tiến sĩ, Đại học Kiến trúc Hà Nội.

TCVN 2737:2023, 2023. Tải trọng và tác động. *Tiêu chuẩn Việt Nam*.

TCVN 9386:2012, 2012. Thiết kế công trình chịu động đất. *Tiêu chuẩn Việt Nam*.

Website: <https://sanbetong.vn/do-day-cua-san-be-tong-cot-thep/>

Website: <https://vro.vn/>

ABSTRACT

Investigation of the influence of slab stiffness on the displacements of high-rise reinforced concrete structures

Pham Van Tuan¹, Dang Van Phi², Bui Van Duc², Bui Ngoc Tu³, Truong Van Doan⁴

¹*Modern House Architecture Joint Stock Company*

²*Hanoi University of Mining and Geology*

³*Kumagai Gumi Co., Ltd*

⁴*Thuy Loi University*

In this study, the effect of slab stiffness on the displacement of multi-story reinforced concrete structures was investigated. The slab types examined included traditional reinforced concrete slabs (RCS) with thicknesses varying from 190mm to 310mm, and VRO hollow slabs with thicknesses of 230mm and 310mm. ETABS software was used to analyze the displacement and internal forces of the structures. The findings indicate that as the slab stiffness increases, the displacement of the structure tends to decrease. Specifically, when the thickness of the RCS increased from 190mm to 310mm, the top displacement of the structure decreased from 14.10mm to 11.90mm. Additionally, when the thickness of the VRO hollow slab increased from 230mm to 310mm, the displacement of the structure decreased from 84.73mm to 82.36mm. Moreover, with a constant slab thickness, VRO hollow slabs resulted in higher displacement of the structure compared to RCS, due to their lower stiffness. Furthermore, as the slab stiffness increases, the oscillation period of the structure tends to decrease for both RCS and VRO hollow slabs.

Keywords: stiffness; reinforced concrete slab; VRO slab; displacement