ERSD 2018

KỶ YẾU

HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 07 - 12 - 2018

ĐỊA CHẤT VÀ TÀI NGUYÊN ĐỊA CHẤT

Nhà xuất bản giao thông vận tải

MỤC LỤC

TIỂU BAN
ĐỊA CHẤT VÀ TÀI NGUYÊN ĐỊA CHẤT

Đặc điểm khoáng vật haloysit dạng ống vùng Thạch Khoán và khả năng ứng dụng trong xử lý ô nhiễm môi trường nước
Bùi Hoàng Bắc, Nguyễn Tiến Dũng, Lê Thị Duyên, Võ Thị Hạnh 1

Đặc điểm biến đổi của các thông số địa chất vỉa và ảnh hưởng của chúng đến thăm dò, khai thác than mỏ Bình Minh, Khoái Châu, Hưng Yên
Trần Đại Dũng, Nguyễn Văn Lâm, Đỗ Mạnh An, Nguyễn Thị Thanh Thảo, Hà Văn Thới 8

Ảnh hưởng của kích thước độ hạt trong định tuổi ESR cho mùn đứt gãy, lấy ví dụ khu vực Quảng Nam
Vũ Anh Đạo, Nguyễn Quốc Hưng, Trần Thanh Hải, Bùi Thị Thu Hiền, Ngô Xuân Thành 14

Các yếu tố địa chất khống chế quặng vàng vùng Tây Nam cấu trúc Bù Khạng
Đồng Văn Giáp 20

Đặc điểm cấu trúc và tiềm năng tài nguyên than dải Hòn Gai, Cẩm Phả, Quảng Ninh
Nguyễn Hoàng Huân, Nguyễn Tiến Dũng, Trần Văn Miến 31

Phát hiện mới về tuổi của các đứt gãy trẻ khu vực trung lưu sông Thu Bồn: bằng chứng về hoạt động kiến tạo trong Pleitoxen muộn – Holoxen
Nguyễn Quốc Hưng, Vũ Anh Đạo, Trần Thanh Hải, Đặng Văn Bát, Đặng Ngọc Sơn, Ngô Xuân Thành 39

Đặc điểm phân bố và chất lượng quặng sắt deluvi khu vực Cây Nhãn, tỉnh Tuyên Quang
Lương Quang Khang, Khương Thế Hùng 45

Tiềm năng tài nguyên vàng gốc khu vực Attapeu, miền Nam nước CHDCND Lào
Houmphayvanh Phatthana, Nguyễn Phương, Nguyễn Tiến Dũng 51

Nguồn gốc quặng sericit Sơn Bình, Hà Tĩnh trên quan điểm của sự biến đổi nhiệt dịch
Nguyễn Thị Thanh Thảo 58

Đặc điểm thạch địa hóa granitoid phức hệ Mường Lát
Trần Văn Thành, Đỗ Văn Nhuận, Nguyễn Kim Long, Lê Thị Thu, Phạm Trung Hiếu, Thiềm Quốc Tuấn 64

Khái quát đặc điểm cấu trúc Bồn trầm tích An Châu và triển vọng dầu khí liên quan
Nguyễn Văn Thắng, Trần Thanh Hải, Phạm Trung Hoài, Đào Văn Nghiêm 77

Đặc điểm thành phần vật chất và điều kiện hóa lý thành tạo quặng đồng dải Biển Đông - Quý Sơn bồn trũng An Châu
Lê Thị Thu, Đỗ Văn Nhuận, Trần Ngọc Thái, Hoàng Thị Thoa 87

Đặc điểm địa hóa trầm tích tầng mặt khu vực đầm Sam, Phú Vang, Thừa Thiên Huế
Nguyễn Thị Thủy, Lê Duy Đạt, Nguyễn Thị Lệ Huyền, Hồ Trung Thành, Hồ Thanh Trung, Nguyễn Thị Hồng Nụ 95

Các yếu tố khống chế quặng Liti khu vực La Vi, vùng Đức Phổ - Sa Huỳnh
Dương Ngọc Tình, Nguyễn Quang Luật, Đỗ Văn Nhuận 101

Nghiên cứu nâng cao độ dẻo đất sét làm vật liệu nung khu vực Bình Lư, Tam Đường, Lai Châu
Tạ Thị Toán, Phạm Thị Thanh Hiền, Phạm Như Sang 110

Chemical and mineralogical weathering indices applied to weathering crust developed on the Dai Loc granitoids in A Luoi area, Central Vietnam
Phan Văn Trung, Nguyễn Thị Thủy 115

TIỂU BAN
ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA CHẤT THỦY VĂN

Modelling of Land Subsidence Evolution Resulted from Groundwater Exploitation in some Areas in Hanoi
Nguyễn Ngọc Dũng, Nhữ Việt Hà, Bùi Trường Sơn, Phùng Hữu Hải, Nguyễn Văn Hùng, Phan Tự Hướng 121

A novel approach for detailed spatio-temporal land subsidence prediction coupling 3D engineering geological modeling in Hanoi city
Nhữ Việt Hà 127

Tiềm năng khai thác địa nhiệt tầng nông vùng Tây Bắc cho sưởi ấm và làm mát
Nhữ Việt Hà, Nguyễn Mỹ Linh 132

Đánh giá lựa chọn mô hình, giải pháp công nghệ khai thác sử dụng bền vững nguồn nước Karst vùng núi cao, khan hiếm nước khu vực Bắc Bộ
Nguyễn Văn Lâm, Đỗ Ngọc Ánh, Nguyễn Văn Trãi, Dương Thị Thanh Thủy, Nguyễn Thị Thanh Thủy, Đào Đức Bằng 139

Tiềm năng nước dưới đất vùng núi cao, khan hiếm nước khu vực Bắc Bộ
Nguyễn Văn Lâm, Đào Đức Bằng, Kiều Thị Vân Anh, Vũ Thu Hiền, Nguyễn Trọng Hảo, Lê Văn Tới, Phạm Hồng Kiên 147

Đặc điểm địa chất công trình khu vực ven biển Bắc Trung Bộ và ảnh hưởng ngập do biến đổi khí hậu
Tô Hoàng Nam, Nguyễn Tiến Thành, Vũ Tất Tuân, Lý Quang Hiếu 156

Cơ sở khoa học và nội dung xây dựng TCCS sử dụng tro xỉ nhiệt điện trong xây dựng đường giao thông
Nguyễn Thị Nụ, Bùi Trường Sơn, Nhữ Việt Hà, Phùng Hữu Hải 164

Tổng quan về nghiên cứu xỉ đáy lò nhiệt điện đốt than trong thành phần bê tông
Nguyễn Thị Nụ 168

Nghiên cứu phân chia cấu trúc nền khu vực Hà Nội theo tính chất động học phục vụ thiết kế kháng chấn
Nguyễn Văn Phóng 173

Nghiên cứu đặc tính cơ lý đá vôi Sebastopol phục vụ sửa chữa, bảo tồn lâu đài cổ ở nước Pháp
Bùi Trường Sơn 180

Apply electromagnetic approach to study saltwater intrusion in Crau coastal aquifers, France
Nguyễn Bách Thảo 187

Intergration of SWAT and MODFLOW model to assess the surface and ground water availablity in Dong Nai basin
Nguyễn Bách Thảo, Đỗ Xuân Khánh 197

Nghiên cứu địa chất công trình lũ bùn đá và các giải pháp phòng chống
Lê Trọng Thắng 205

Nghiên cứu quá trình tiến hóa trầm tích Holocene vùng Đan Phượng, Thạch Thất, Hà Nội
Đặng Trần Trung, Phạm Quý Nhân, Flemming LARSEN, Jolanta KAZMIERCZAK, Andreas Elmelund Hass, Andreas Hvam Hoffmann 211

Research on the sustainability indexes for land and water resources in Integrated Water Resources Management
Le Thi Mai Van, Nguyen Quang Huong, Pham Binh Thuan, Vu Thi Hai Ha, Tran Thi Huong 219

Tai biến trượt lở ở khu vực miền núi tỉnh Bắc Giang, phương pháp phân vùng dự báo
Tô Xuân Vu 223

Nghiên cứu đặc tính cơ lý đá vôi Sebastopol phục vụ sửa chữa, bảo tồn lâu đài cổ ở nước Pháp

Bùi Trường Sơn[1,*]
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Hiện nay, nhiều lâu đài cổ như Amboise, Chambord hay Chenonceau,…tại thung lũng sông Loire, Cộng hòa Pháp xuống cấp nghiêm trọng. Nguyên nhân là đá vôi trắng Tofus dùng xây dựng các lâu đài này bị phong hóa mãnh liệt, màu sắc, tính chất cơ lý suy giảm làm ảnh hưởng đến sức chịu tải của công trình, ảnh hưởng đến vẻ đẹp thẩm mỹ của công trình dẫn đến không thu hút được nhiều khách du lịch đến tham quan. Tuy nhiên, vật liệu đá vôi trắng Tofus ngày một khan hiếm do đã khai thác quá mức, vì vậy việc tìm kiếm một loại vật liệu mới có tính chất tương tự đá vôi trắng Tofus để sửa chữa, bảo tồn các lâu đài cổ tại vùng thung lũng sông Loire là hết sức cần thiết. Kết quả nghiên cứu cho thấy loại đá Sebastopol có màu sắc, thành phần khoáng vật, hóa học và các đặc tính cơ học như cường độ kháng nén, mô đun đàn hồi và cường độ kháng kéo được thí nghiệm với độ bão hòa khác nhau có thể thay thế cho đá vôi trắng Tofus phục vụ công tác sửa chữa, bảo tồn các lâu đài cổ của nước Pháp.

Từ khóa: đá vôi Tofus; đá vôi Sebastopol; tính chất cơ lý; lâu đài; thung lũng sông Loire.

1. Đặt vấn đề

Nước Pháp được biết đến là nơi có rất nhiều lâu đài cổ kính, phần lớn được xây dựng từ thời Trung Cổ đến thế kỉ 15. Vào thời kỳ trung tâm quyền lực của nước Pháp đặt ở vùng thung lũng sông Loire đã có 42 lâu đài được xây dựng ở đây. Phần lớn các lâu đài có kiến trúc đặc trưng của thời kì Phục Hưng, trong đó có các lâu đài rất nổi tiếng như Amboise, Chambord hay Chenonceau,…

Hình 1. Lâu đài Chambord nhìn từ phía sau, đang được tiến hành sửa chữa

Các lâu đài chủ yếu được xây dựng bằng loại đá vôi trắng Tofus (tiếng Latin) được thành tạo từ kỷ Creta. Loại đá này có đặc điểm cơ bản nhìn bên ngoài tòa lâu đài có màu trắng ngà đặc trưng, tuy nhiên lại có độ rỗng cao, dễ dàng bị thấm nước và dễ bị phong hóa (Beck K., Al-Mukhtar M., 2017). Chính vì các đặc tính này đã làm cho các lâu đài cổ xây bằng các vật liệu đá Tofus nhanh chóng bị xuống cấp, các khối xây giảm khả năng chịu tải, mất thẩm mỹ cần phải thường xuyên tu bổ sửa chữa. Mặt khác, để phục vụ nhu cầu xây dựng ngày càng tăng, vật liệu đá vôi trắng Tofus ngày một khan hiếm, do đó cần thiết phải tìm kiếm một loại vật liệu mới có màu sắc và tính chất tương đương để thay thế sửa chữa, bảo tồn các lâu đài cổ vùng thung lũng sông Loire là nhiệm vụ hết sức cần thiết.

Trong báo cáo này sẽ trình bày đặc tính cơ học của đá vôi Sebastopol nhằm thay thế cho đá vôi trắng Tofus trong công tác sửa chữa, bảo tồn các lâu đài cổ ở vùng thung lũng sông Loire của nước Pháp.

[*] *Tác giả liên hệ*
Email: buitruongson@humg.edu.vn

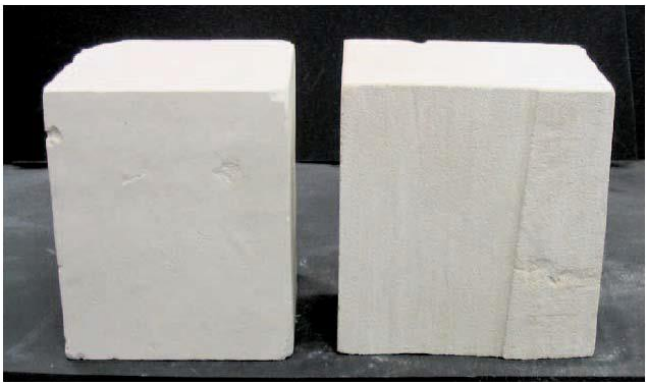
(a) *(b)*

Hình 2. Hiện tượng ăn mòn trên các vật liệu đá Tofus
a. Một phần bức tường của lâu đài Chambord; b. Khung cửa của khách sạn Effiat

2. Nội dung và các kết quả nghiên cứu

2.1. Các tính chất vật lý của của đá Tofus và đá Sebastopol

- ***Màu sắc:*** Quan sát bên ngoài của khối đá Tofus và Sebastopol trên hình 3, về màu sắc 2 loại đá này có sự khác biệt không nhiều. Đá vôi Tofus có màu trắng, mịn trong khi đó đá vôi Sebastopol có màu trắng be tương ứng với màu của đá Tofus khi chịu tác động của các tác nhân phong hóa.



(a) *(b)*

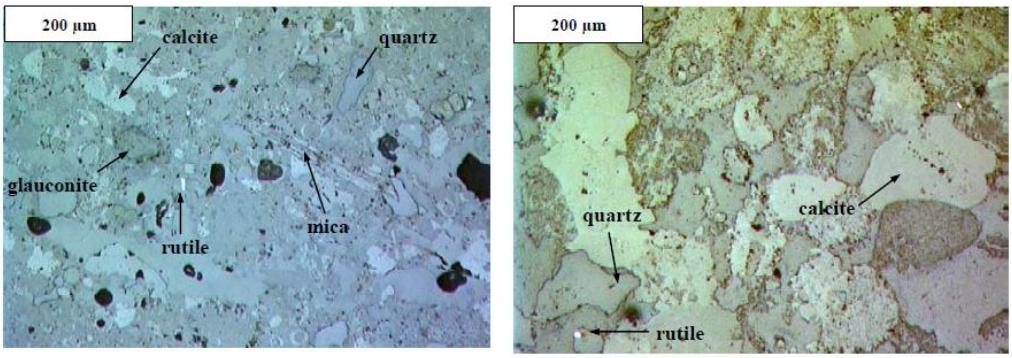
Hình 3. Màu sắc bên ngoài của đá Tofus (a) và đá Sebastopol (b)

- ***Thành phần hóa học:*** Chúng tôi sử dụng phương pháp nhiệt, thực hiện trên máy LECO (model SC144) để phân tích thành phần hóa học của 2 loại đá. Kết quả phân tích thành phần hóa học của đá Tofus và đá Sebastopol thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả phân tích thành phần hóa học của 2 loại đá

Tên đá	SiO_2	CaO	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MKN
Tofus	41,78	27,74	1,99	0,88	0,23	00	0,54	0,14	0,09	24,26
Sebastopol	18,07	45,79	0,42	0,10	0,42	0,00	0,15	0,06	0,00	35,58

- ***Thành phần khoáng vật:*** Nghiên cứu thành phần khoáng vật được thực hiện trên kính hiển vi điện tử tại phòng thí nghiệm đa ngành của Trường Bách khoa Orleans, kết quả trên kính hiển vi điện tử cho phép xác định được thành phần khoáng vật và kích thước các khoáng vật tạo đá. Từ kết quả hình ảnh và kích thước các khoáng vật tạo đá (hình 4), các khoáng vật tạo đá chủ yếu bao gồm thạch anh, canxit, mica,..trong đó kích thước của các khoáng vật tạo đá Sebastopol lớn hơn so với đá Tofus.



(a) *(b)*

Hình 4. Hình ảnh và kích thước các khoáng vật của đá Tofus (a) và đá Sebastopol (b) trên kính hiển vi điện tử quét (x200)

- Khối lượng riêng và độ rỗng của đá: Khối lượng riêng của đá được xác định theo phương pháp bình tỷ trọng, độ rỗng của đá xác định theo phương pháp bão hòa. Kết quả xác định khối lượng riêng và độ rỗng của đá trong bảng 2.

Bảng 2. Kết qủa xác định khối lượng riêng và độ rỗng của đá Tofus và đá Sebastopol

Các chỉ tiêu	Đá Tofus	Đá Sebastopol
Độ rỗng (%)	48,40	42,60
Khối lượng riêng γ_S(g/cm^3)	2,64	2,68

2.2. Các tính chất cơ học và tính chất đối với nước của đá Tofus và đá Sebastopol

- Cường độ kháng nén một trục: Phương pháp được sử dụng phổ biến nhất để mô tả các tính chất cơ học của đá là cường độ nén đơn trục. Độ bền cơ học của đá phụ thuộc vào thành phần khoáng vật học, hình dạng và kích thước của các hạt cấu thành, độ xốp, tính dị hướng và có thể bị ảnh hưởng bởi sự hiện diện của nước (Anne S., 2014). Cường độ kháng nén một trục được xác định theo công thức (1):

$$R_c = \frac{F_{max}}{S} = \frac{F_{max}}{\pi R^2} \quad (1)$$

trong đó: R_c - cường độ kháng nén một trục của mẫu đá thí nghiệm, MPa; F_{max}- tải trọng phá hủy, MPa, S - diện tích tiết diện mẫu thí nghiệm,cm^2 ; R - bán kính tiết diện mẫu hình trụ tròn, cm.

Bảng 3. Kết qủa xác định cường độ kháng nén một trục của đá Tofus và đá Sebastopol

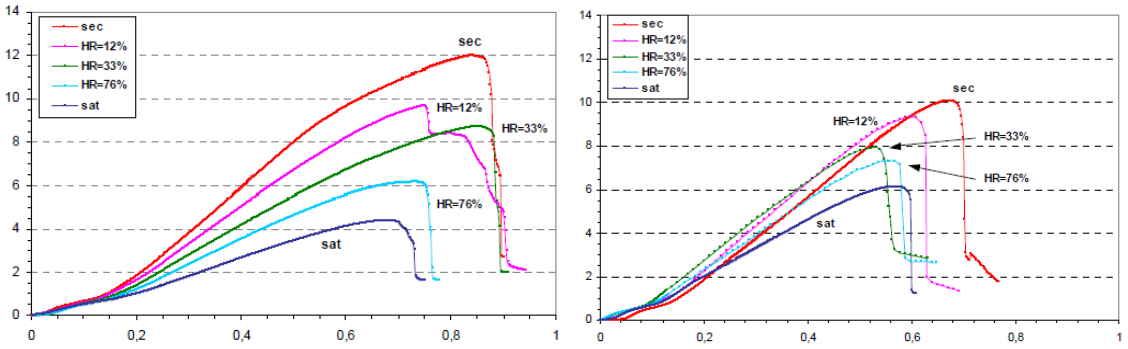
Loại đá	Phương đo	Cường độ kháng nén một trục, Rc (MPa)		Hệ số bất đẳng hướng
		Trạng thái khô	Trạng thái bão hòa	
Đá Tofus	Vuông góc	11,67	4,83	21%
	Song song	9,13	3,86	
Đá Sebastopol	Vuông góc	9,88	6,28	15%
	Song song	8,43	5,41	

Bảng 4. Kết qủa xác định Môđun đàn hồi của đá Tofus và đá Sebastopol

Loại đá	Phương đo	Môđun đàn hồi, E (MPa)		Hệ số bất đẳng hướng
		Trạng thái khô	Trạng thái bão hòa	
Đá Tofus	Vuông góc	2037	988	29%
	Song song	1481	687	
Đá Sebastopol	Vuông góc	1968	1500	10%
	Song song	1806	1342	

Thí nghiệm xác định cường độ kháng nén một trục được tiến hành theo tiêu chuẩn AFNOR P94-420. Các mẫu đá được chế tạo dạng hình trụ, đường kính 4cm, chiều cao 8cm. Các mẫu này được lấy theo phương vuông góc và song song với mặt lớp. Hệ thống máy nén đơn trục sẽ kiểm soát việc gia tải với tốc

độ 0,05MPa/phút. Quá trình gia tải được tiến hành liên tục đến khi mẫu thí nghiệm bị phá hủy hoàn toàn. Các mẫu được thí nghiệm ở trạng thái khô, độ bão hòa (HR) lần lượt là 12%, 33%, 76% và 100%. Kết quả thí nghiệm xác định cường độ kháng nén một trục, mô đun đàn hồi, hệ số bất đẳng hướng trình bày trong các bảng 3,4 và hình 5.



(a) *(b)*

Hình 5. Biểu đồ quan hệ ứng suất - biến dạng thí nghiệm nén một trục của mẫu đá Tofus (a) và đá Sebastopol (b) ứng với các trạng thái khô (sec), độ bão hòa HR = 12%, HR = 33%, HR=76% và HR=100% (sat)

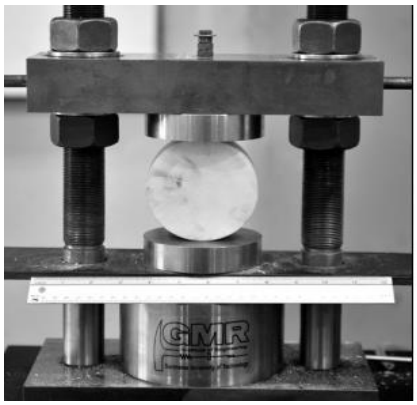
- Cường độ kháng kéo: Theo tác giả Andreev G.E (2011), cường độ kháng kéo của đá có thể xác định theo phương pháp gián tiếp, thông qua thí nghiệm Brazilian được tiến hành theo đề xuất phương pháp thử của Hội cơ học đá quốc tế (ISRM) và tiêu chuẩn AFNOR P94-422. Mẫu thí nghiệm hình trụ có đường kính 40mm, chiều cao 40mm được nén tới khi phá hoại theo phương pháp tốc độ gia tải không đổi 0,002Mpa/phút (hình 6). Mẫu thí nghiệm được đặt vào bàn nén sao cho bàn nén tiếp xúc với mẫu dọc theo đường sinh của mẫu. Thí nghiệm được tiến hành cho đến khi mẫu bị phá hoại.

Cường độ kháng kéo của mẫu theo thí nghiệm Brazilian được xác định theo công thức (2):

$$\sigma_K = \frac{2P_{\max}}{\pi DL} \qquad (2)$$

trong đó: P - tải trọng phá hủy, MPa; D - đường kính mẫu thí nghiệm, mm; L - chiều dài của mẫu thí nghiệm,mm.

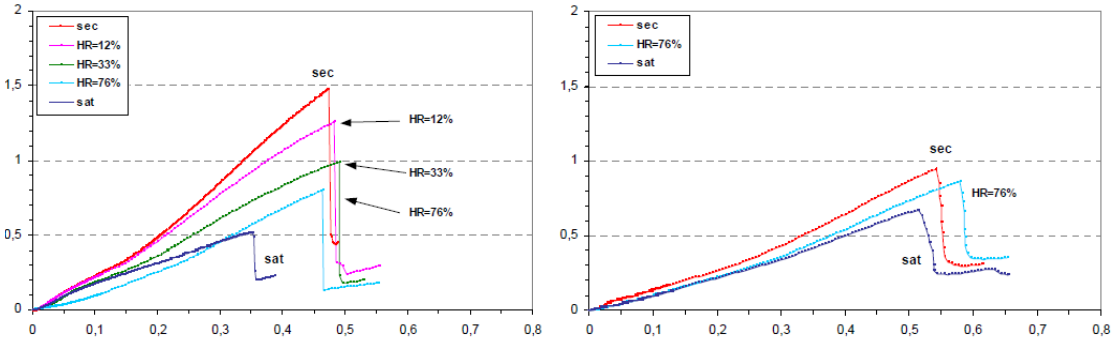
Ảnh hưởng của độ bão hòa đến cường độ kháng kéo cũng được xét đến thông qua các mẫu có độ bão hòa ở trạng thái khô (sec), HR = 12%, HR = 33%, HR=76% và HR=100% (sat). Kết quả thí nghiệm xác định cường độ kháng kéo, mô đun đàn hồi, hệ số bất đẳng hướng trình bày trong bảng 5 và các hình 7.



Hình 6. Xác định cường độ kháng kéo theo phương pháp gián tiếp, thông qua thí nghiệm Brazilian

Bảng 5. Kết qủa xác định cường độ kháng kéo của đá Tofus và đá Sebastopol

Loại đá	Phương đo	Cường độ kháng kéo, σ_k (MPa)		Hệ số bất đẳng hướng
		Trạng thái khô	Trạng thái bão hòa	
Đá Tofus	Vuông góc	1,3	0,38	19%
	Song song	1,48	0,51	
Đá Sebastopol	Vuông góc	0,92	0,52	13%
	Song song	0,98	0,66	



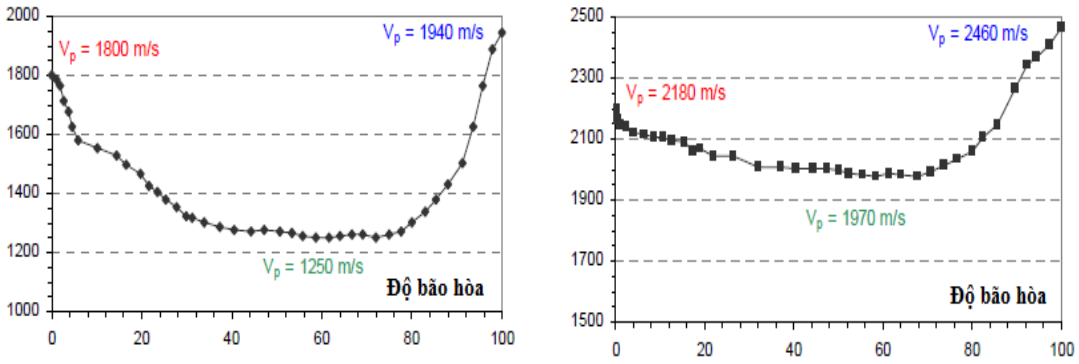
(a) *(b)*

Hình 7. Biểu đồ quan hệ ứng suất - biến dạng thí nghiệm Brazilian của mẫu đá Tofus (a) và đá Sebastopol (b) ứng với các trạng thái khô (sec), độ bão hòa HR = 12%, HR = 33%, HR=76% và HR=100% (sat)

- Vận tốc sóng siêu âm: Để xác định vận tốc sóng siêu âm truyền qua các mẫu đá, chúng tôi sử dụng hệ thống siêu âm hiện đại của hãng Diagnostic Sonar có thể đo được vận tốc sóng dọc theo 2 phương vuông góc và song song với mặt phân lớp. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng phương pháp đo trực tiếp với đầu đo siêu âm loại P143-01, có kích thước (10x10x7,5)mm của hãng Physics Instruments, tần số hoạt động 150Khz. Kết quả đo vận tốc sóng dọc theo các phương vuông góc và song song với mặt phân lớp và theo độ bão hòa trình bày trong bảng 6 và hình 8.

Bảng 6. Kết qủa xác định vận tốc sóng dọc V_p của đá Tofus và đá Sebastopol

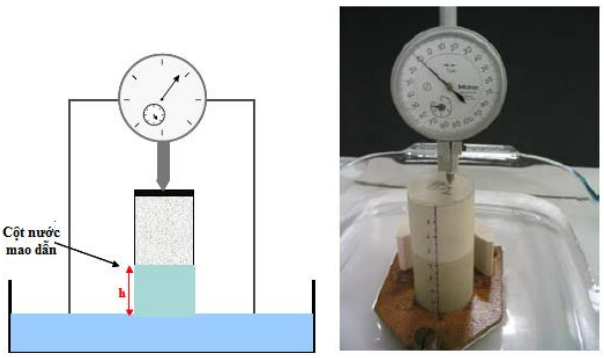
Loại đá	Phương đo	Vận tốc sóng dọc, V_p (m/s)	
		Trạng thái khô	Trạng thái bão hòa
Đá Tofus	Vuông góc	1800	1940
	Song song	1870	1950
Đá Sebastopol	Vuông góc	2180	2460
	Song song	2200	2450



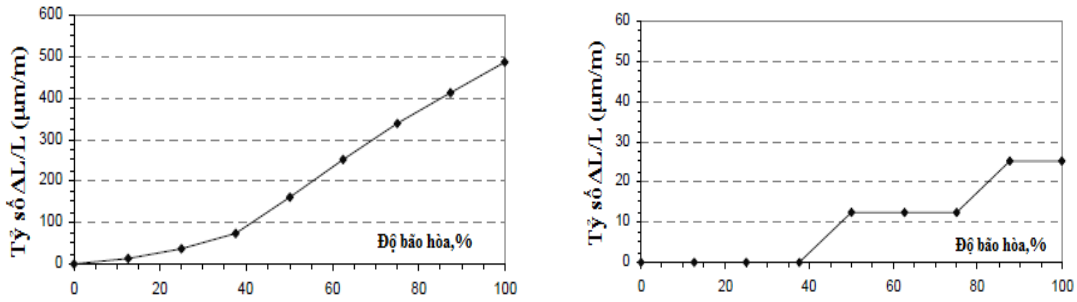
(a) *(b)*

Hình 8. Biểu đồ quan hệ vận tốc sóng dọc Vp và độ bão hòa của mẫu đá Tofus (a) và đá Sebastopol (b)

- ***Tính chất đối với nước của đá:*** Một số tác giả như Schrefler & Delage (2010); Dessandier (2010) đã nghiên cứu tính chất đối với nước của đá thông qua thí nghiệm đơn giản đó là đặt mẫu đá có dạng trụ tròn (đường kính 4cm, chiều cao 8cm) trên một viên đá thấm trong thiết bị mô tả như hình 5 để nước thấm vào mẫu thí nghiệm, dưới tác dụng của nước sẽ làm thay đổi kích thước chiều cao của mẫu. Lượng thay đổi chiều dài mẫu đá khi tác dụng đối với nước được tính bằng tỷ số ΔL/L, trong đó ΔL là chiều dài mẫu đá (μm), L chiều dài ban đầu của mẫu đá thí nghiệm (m). Kết quả thí nghiệm xác định tính chất trương nở của đá đá Tofus và Sebastopol được trình bày trong hình 9 và hình 10.



Hình 9. Sơ đồ thí nghiệm tính chất đối với nước của mẫu đá



(a) *(b)*

Hình 10. Biểu đồ quan hệ giữa tỷ số ΔL/L (μm/m) của mẫu đá Tofus (a) và Sebastopol (b)

Từ các kết quả thí nghiệm trên có thể nhận xét như sau:

- Đá Tofus và Sebastopol có màu sắc tương tự nhau, đá Sebastopol có màu trắng ngà hoàn toàn có thể thay thế cho đá Tofus mà không dễ dàng nhận ra bằng mắt thường trên các khối xây thay thế đá vôi Tofus bằng đá vôi Sebastopol.

- Thành phần hóa học và khoáng vật của 2 loại đá có sự chênh lệch khá lớn, đá vôi Sebastopol có hàm lượng CaO gần gấp đôi đá Tofus, kích thước các khoáng vật tạo đá vôi Sebastopol cũng lớn hơn đá Tofus.

- Các chỉ tiêu cơ học, bao gồm cường độ kháng nén một trục, cường độ kháng kéo, mô đun đàn hồi của đá vôi Sebastopol thấp hơn không nhiều so với đá vôi Tofus. Tuy nhiên đá vôi Sebastopol có sự biến đổi các tính chất cơ học theo phương vuông góc và song song mặt lớp (tính bất đẳng hướng) thấp hơn đá vôi Tofus. Các chỉ tiêu cơ học của 2 loại đá đều giảm khi độ bão hòa tăng, nhưng mức độ giảm của đá đá vôi Sebastopol nhỏ hơn so với đá vôi Tofus.

- Thông qua kết quả thí nghiệm tính chất đối với nước, đá vôi Sebastopol không nhạy cảm đối với nước bằng đá vôi Tofus, điều này cho thấy khi trong cùng điều kiện độ ẩm môi trường như nhau, đá vôi Sebastopol ít bị tác động hơn so với đá vôi Tofus.

3. Kết luận

Việc lựa chọn loại vật liệu đá thay thể đá vôi trắng Tofus trong công tác sửa chữa bảo tồn các lâu đài cổ là rất cần thiết để đảm bảo sức chịu tải của công trình và vẻ đẹp thẩm mỹ của công trình. Trong đó đá vôi Sebastopol được ưu tiên lựa chọn với ưu điểm là trữ lượng lớn, phân bố nhiều trong thung lũng sông Loire, thuận tiện cho công tác khai thác. Đá vôi Sebastopol có màu sắc tương tự với đá vôi trắng Tofus,

nên khi thay thế các khối xây đá Tofus bằng đá Sebastopol vẫn đảm bảo tính thẩm mỹ, không tạo sự khác biệt khi nhìn bằng mắt thường.

Các chỉ tiêu cơ học, bao gồm cường độ kháng nén một trục, môđun biến dạng, cường độ kháng kéo của đá vôi Sebastopol ở trạng thái khô thấp hơn so với đá vôi Tofus. Nhưng chúng lại có ưu điểm đó là khi độ bão hòa tăng và đạt giá trị 100%, thì các chỉ tiêu này của đá vôi Sebastopol lớn hơn so với đá vôi Tofus. Đây là yếu tố rất quan trọng vì các khối xây các tòa lâu đài không có lớp vữa bảo vệ bên ngoài, chúng thường xuyên chịu tác động trực tiếp của các yếu tố khí hậu như nhiệt độ, độ ẩm và các tác nhân khác.

Lời cảm ơn:

Tác giả xin chân thành cảm ơn GS Dashnor HOXHA, TS Kevin Beck và Nhóm nghiên cứu Xây dựng của Trường Bách khoa Orleans đã tài trợ kinh phí và cung cấp số liệu để hoàn thành bài báo này.

Tài liệu tham khảo:

Andreev G.E., 2011. *A review of the Brazilian test for rock tensile strength determination. Part I:calculation formula.* Mining Science and Technology, vol. 13, p. 445-456.

Anne S., 2014. *Analyse de l'altération d'un tuffeau mis en oeuvre : les données de la microscopie et de la microanalyse chimique.* Mémoire de maîtrise des Sciences de la Terre, Université d'Orléans, 48p.

Beck K., Al-Mukhtar M., 2017. *Formulation and characterization of an appropriate lime-based mortar for use with a porous limestone.* Accepté à : Journal of Building and Environment. Enpresse.

Dessandier D., Bromblet P., Mertz J.D., 2010. *Role of the clays in the modification of hygric properties: consequence on the mechanism of plates exfoliation of tuffeau.* Proceedings of the 9th International congress on the deterioration and conservation of stone, Venice.

Schrefler B. & Delage P., 2010. *Géomécanique environnementale, risques naturels et patrimoine (Traité MIM, série géomatériaux)*, Hermès Science publications, 334 p.

ABSTRACT

Study on physic-mechanical properties of Sebastopol limestone for repairing, conserving the ancient castles in France

Bui Truong Son
Hanoi University of Mining and Geology

Many ancient castles now in the Loire valley, France like Amboise, Chambord or Chenonceau... are severely degraded. The main reasons are due to the serious weathering of Tofus limestone. The weathering leads to change the color, decrease the physic-mechanical properties, and then affect the bearing capacity and the beauty of these constructions. These phenomena result in decline the number of tourist to visit these places. However, the white-Tofus limestone material is now scarce due to the overexploitation. Therefore, finding a new material that has the same color and properties as Tofus limestone for repairing and preservation of ancient castles in the Loire valley isurgent. This paper presents the physico-mechanical properties of Sebastopol limestone which can be used to replace the Tofus limestone in repairing and preserving these ancient castles in France.

Keywords: Tofus limestone; Sebastopol limestone; Physico-mechanical properties; Castle; the Loire valley.