

Journal of Mining and Earth Sciences

Website: <http://jmes.humg.edu.vn>

Study on Ability of Ulstrasonic in Determining Joints in Dimension Stone Blocks



Viet Van Pham ^{1,*}, Tuan Anh Nguyen ¹, Hoa Van Pham ¹, Bao Dinh Tran ¹, Phong Duyen Nguyen ²

¹ Faculty of Mining, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

² Faculty of Civil Engineering, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article history:

Received 6th Sept. 2020

Accepted 30th Sept. 2020

Available online 10th Oct. 2020

Keywords:

Ulstrasonic;

Dimension stone;

Joints;

Pulse Non-Destructive Testing.

Ulstrasonic has been popularly applied in more practical sectors, contributing to assess any issues, such as non-homogeneous, defects, without direct measures. One of these applications is for solid materials, such as rock. With the characteristics and abilities of ulstrasonic, as well as dimension stone characteristics, the author studied the applied ability of this wave in dimension stone quarrying. Particularly, this is determining joints in stone blocks before delivering to the processing plant. Basing on researching the character, size, rock mechanics of stone bocks and ulstrasonic features, its work capability, principle of None-Destructive Testing device (NDT), the paper shows that measure method by ulstrasonic could exactly and reliably estimate joints in stone block. From ulstrasonic feature of transferring around avoid instead of not transferring through it, the method is released to navigate position, size and shape of joints in stone blocks.

Copyright © 2020 Hanoi University of Mining and Geology. All rights reserved.

*Corresponding author

E-mail: phamvanviet@humg.edu.vn

DOI: 10.46326/JMES.KTLT2020.08



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Nghiên cứu khả năng ứng dụng của sóng siêu âm trong việc xác định khe nứt cho khối đá ốp lát

Phạm Văn Việt^{1,*}, Nguyễn Anh Tuấn¹, Phạm Văn Hòa¹, Trần Đình Bảo¹, Nguyễn Duyên Phong²

¹ Khoa Mỏ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

² Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:
 Nhận bài 06/09/2020
 Chấp nhận 30/09/2020
 Đăng online 10/10/2020

Từ khóa:
 Sóng siêu âm,
 Đá ốp lát
 Khe nứt.

TÓM TẮT

Sóng siêu âm đã được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực của đời sống góp phần đánh giá được nhưng vẫn đề không đồng nhất, khuyết tật mà không thể đo trực tiếp, một trong đó là áp dụng trong vật liệu rắn như đá. Với đặc điểm và khả năng của sóng siêu âm cùng với đặc điểm của đá ốp lát, tác giả đã nghiên cứu khả năng áp dụng loại sóng này trong lĩnh vực khai thác đá khối, đó là xác định khe nứt trong khối đá ốp lát trước khi đưa đến nhà máy chế biến. Trên cơ sở nghiên cứu đặc điểm, kích thước, tính cơ lý đá ốp lát trước khi đưa về nhà máy chế biến, đặc điểm của sóng siêu âm và khả năng áp dụng của chúng, nguyên lý làm việc của thiết bị đo, tác giả đã cho thấy phương pháp sóng siêu âm phát hiện được các khe nứt trong đá ốp lát đảm bảo chính xác và tin cậy. Từ đặc điểm sóng siêu âm không truyền qua khoảng trống mà đi vòng qua xung quanh đã chỉ ra được cách đo để xác định vị trí, kích thước khe nứt và sự phân bố khe nứt trong khối đá ốp lát.

© 2020 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Việt Nam có trữ lượng khai thác đá khối tương đối lớn làm đá ốp lát gồm các loại đá như granit, đá hoa trắng, đá bazan, đá vôi... Theo quyết định của Thủ tướng Chính phủ về điều chỉnh, bổ sung quy hoạch thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng khoáng sản làm vật liệu xây dựng ở Việt Nam đến năm 2020 thì số lượng mỏ đá ốp lát ở Việt Nam đạt tới 410 mỏ, cấp trữ lượng cấp đảm bảo điều kiện khai thác đạt 300 triệu tấn, còn trữ lượng ở cấp tài nguyên khoảng 37.289 triệu tấn. Trong khi đó nhu cầu khai thác đá khối hàng năng khoảng

300 nghìn m³ (Thủ tướng Chính phủ, 2012). Chất lượng đá ốp lát ở Việt Nam cũng đã được thăm dò đánh giá trên cơ sở về phân bố, đặc điểm, chất lượng đủ điều kiện làm đá ốp lát (Nguyễn Tiến Dũng, 2001; Nguyễn Tiến Thành, 2010; Trần Xuân Đông, 2010). Ngoài ra mức độ nứt nẻ của trong khối đá ốp lát cũng đã được quan tâm như việc đánh giá sự ảnh hưởng của khe nứt tới khả năng thu hồi của khối đá trong điều kiện thăm dò (Nguyễn Văn Lâm và nnk., 2018). Trong hoạt động khai thác đá ốp lát đã căn cứ vào điều kiện báo cáo địa chất về chất lượng và mức độ nứt nẻ của đá ốp lát để xây dựng mô hình hóa mạng lưới nứt nẻ để tính toán khả năng thu hồi khối và dự báo trữ lượng khai thác dựa trên các hướng khai thác khác nhau (Nguyễn Anh Tuấn, 2016).

*Tác giả liên hệ

E-mail: phamvanviet@humg.edu.vn

DOI: 10.46326/JMES.KTTLT2020.08

Tuy nhiên, một trong vấn đề các mỏ đá ốp lát ở Việt Nam quan tâm là sau khi các khối đá được cắt từ khối nguyên bằng các phương pháp như cưa dây cắt kim cương, cưa đĩa, cưa tay rạch xích, thành các khối có kích thước theo yêu cầu của nhà máy chế biến đá ốp lát. Kích thước khối này khi đưa về nhà máy sẽ được cưa thành các tấm mỏng từ 1,5-2 cm. Tuy nhiên, trong thực tế, nhiều khối đá có chứa các khe nứt mà mắt thường không nhìn thấy hoặc khe nứt ẩn phía trong của khối đá. Do đó, khi cắt thành các tấm mỏng sẽ dẫn tới hiện tượng nứt tách trong các tấm. Điều này làm tăng chi phí chế biến đá ốp lát và chưa tối ưu được hướng cắt các tấm đá để hạn chế ảnh hưởng của khe nứt trong khối đá. Do đó, việc yêu cầu xác định sự phân bố của khe nứt trong đá khối trước khi đưa về nhà máy chế biến là điều rất quan trọng, giúp quyết định được những khối đá nào được vận chuyển về nhà máy chế biến hay không, hoặc nếu có vận chuyển về nhà máy chế biến thì hướng cưa cắt tấm đá sẽ như thế nào để đảm bảo hiệu suất và chất lượng của các tấm đá ốp lát. Hiện nay, một trong những phương pháp thủ công trên mỏ được sử dụng để kiểm tra khe nứt trong khối đá trước khi đưa về nhà máy bằng sử dụng mắt thường hoặc dùng phương pháp vẩy nước lên bề mặt khối đá để kiểm tra các khe nứt lộ ra khi ngấm nước. Tuy nhiên, những phương pháp này chỉ cho thấy khe nứt bên ngoài bề mặt mà không thể quan sát khe nứt bên trong khối đá. Do đó, bài báo này đề xuất một phương pháp để kiểm tra, đánh giá khe nứt trong khối đá sử dụng sóng siêu âm. Sóng siêu âm là sóng có tần số khoảng 0,5 đến 15MHz,

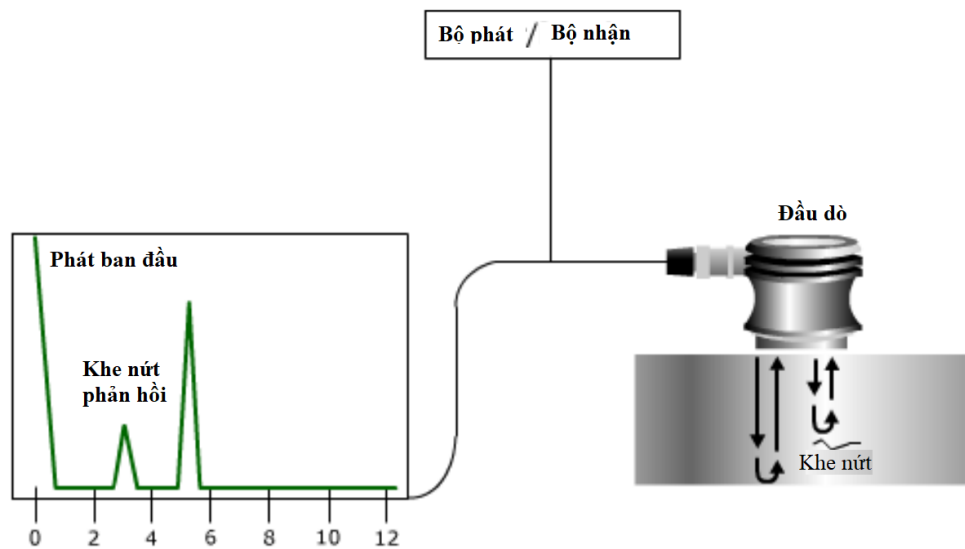
lan truyền qua vật liệu dưới dạng sóng gập sự đứt đoạn sẽ phản xạ lại hoặc đi vòng dẫn đến thời gian lan truyền tăng từ đầu dò phát tới đầu dò nhận, qua đó đánh giá được tính không liên tục trong vật liệu. Một số nghiên cứu nước ngoài đã sử dụng phương pháp sóng siêu âm trong việc đo tính chất vật liệu, độ bền, và các vết không liên tục trong bê tông (Işık và nnk., 2020; Pedreros và nnk., 2020; ALI, 2008; Kadium và Sarsam, 2020). Trong nước phương pháp sóng siêu âm cũng đã được đưa vào sử dụng trong việc xác định độ bền bê tông mác 45-55MPa trên cơ sở tương quan giữa vận tốc truyền sóng siêu âm và độ bật nảy (Lã Văn Châm, 2012). Trong môi trường đất đá cũng đã được nghiên cứu sự ảnh hưởng của nứt nẻ đến độ bền khối đất đá xung quanh công trình ngầm (Nguyễn Mạnh Cường, 2000). Từ các nghiên cứu đã được triển khai trên, việc nghiên cứu phương pháp này cho đánh giá khe nứt trong khối đá ốp lát có cơ sở khoa học, nhưng còn phải nghiên cứu thêm ứng dụng sóng siêu âm trong việc xác định cụ thể cho từng khe nứt một.

2. Cơ sở lý thuyết về sóng siêu âm

2.1. Sóng siêu âm

Sóng siêu âm là sóng được sinh ra trên ngưỡng nghe của con người (đặc trưng khoảng 20 kHz) khoảng từ 0,5 đến 15 MHz để kiểm tra đánh giá về khoảng trống, khe nứt trong vật liệu.

Một hệ thống kiểm tra sóng siêu âm gồm ba bộ phận như truyền/nhận tín hiệu, đầu dò và thiết bị điều khiển (Hình 1). Một bộ truyền và nhận



Hình 1. Sơ đồ hệ thống kiểm tra khe nứt bằng sóng siêu âm.

tín hiệu là thiết bị điện tử có thể tạo ra sóng điện thế cao. Bộ đầu dò sinh ra năng lượng siêu âm tần số cao bằng bộ phát tín hiệu. Năng lượng sóng siêu âm lan truyền qua vật liệu theo dạng sóng. Khi có một sự đứt gãy đoạn (khe nứt) trên phương truyền sóng, phần năng lượng này sẽ bị phản xạ lại từ bề mặt đứt đoạn. Tín hiệu sóng phản xạ này được chuyển thành tín hiệu điện bởi bộ đầu dò và kết quả sẽ hiển thị trên màn hình. Khi chúng ta biết vận tốc của sóng và thời gian truyền sóng thì khoảng cách truyền sóng có thể xác định được. Do đó, thông tin về vị trí, kích thước và hướng của sự gián đoạn có thể xác định được trong vật liệu.

2.2. Sự lan truyền của sóng siêu âm trong vật liệu

Thiết bị kiểm tra bằng sóng siêu âm dựa trên dao động bên trong vật liệu như sóng âm. Vật liệu được cấu tạo từ các phân tử chuyển động xung quanh vị trí cân bằng. Khi vật liệu chịu tác dụng của ứng suất kéo, nén trong giới hạn đàn hồi thì các phân tử trong vật liệu sẽ dao động đàn hồi. Cụ thể, khi một phân tử thay đổi vị trí thì lực liên kết giữa các phân tử sẽ sinh ra để lấy lại vị trí ban đầu dẫn đến chuyển động về vị trí cân bằng tạo ra dao động.

Trong vật liệu rắn, sóng âm có thể lan truyền theo 3 kiểu chính dựa trên cách phân tử dao động như: sóng dọc, sóng ngang, sóng mặt. Sóng dọc là các phân tử dao động dọc theo hướng truyền sóng trong khi đó sóng ngang có các phân tử dao động vuông góc với phương truyền sóng.

2.3. Đặc tính vật liệu ảnh hưởng đến sự truyền sóng siêu âm

Sóng âm truyền ở tốc độ khác nhau trong các vật liệu khác nhau bởi vì trọng lượng phân tử và hệ số cứng là khác nhau tương ứng với các loại vật liệu. Khối lượng của phân tử liên quan đến khối lượng riêng của vật liệu và hệ số cứng liên quan tới hệ số đàn hồi. Mối quan hệ chung giữa tốc độ truyền âm trong vật rắn và khối lượng riêng được thể hiện theo công thức (IS 13311, Part I, Tiêu chuẩn Ấn độ, 1992):

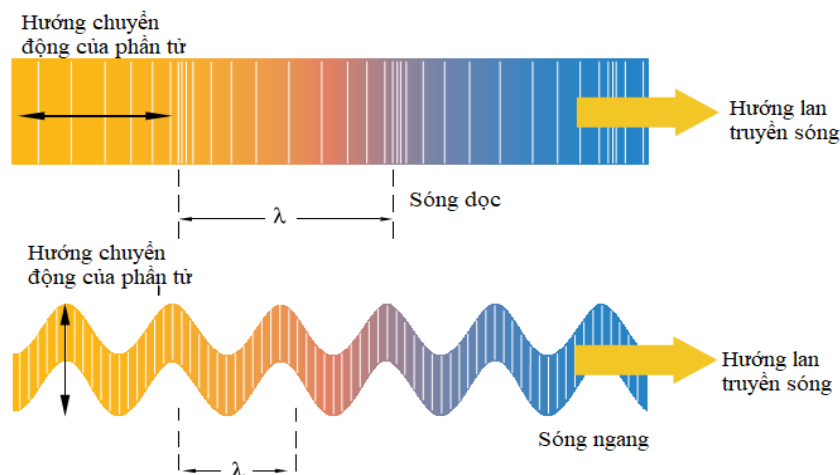
$$V = \sqrt{\frac{C_{ij}}{\rho}}, \text{ m/s} \quad (1)$$

Trong đó: V- tốc độ truyền âm, m/s; C_{ij} - hệ số đàn hồi theo hướng truyền sóng, N/m²; ρ - khối lượng riêng, kg/m³.

Công thức trên có các dạng khác nhau phụ thuộc vào loại sóng và hệ số đàn hồi sử dụng. Do đó chỉ số "ij" cho hệ số đàn hồi C dùng để nhận biết hướng của hệ số đàn hồi với loại sóng và hướng truyền sóng. Trong vật liệu đồng nhất, hệ số đàn hồi không thay đổi theo các hướng. Tuy nhiên, với vật liệu không đồng nhất hệ số đàn hồi khác theo mỗi hướng. Đối với sóng dọc, tốc độ truyền âm trong vật rắn được xác định theo công thức (IS 13311, Part I, Tiêu chuẩn Ấn độ, 1992):

$$VL = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{\rho(1+\nu)(1-2\nu)}} \quad (2)$$

Trong đó: VL- tốc độ sóng âm cho sóng dọc, m/s; E- Mô đun đàn hồi, N/m²; ν - hệ số Poisson



Hình 2. Các kiểu lan truyền sóng siêu âm
(nguồn: www.olympusNDT.com)

Đối với sóng ngang, tốc độ truyền âm được xác định theo công thức (3):

$$V_T = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \text{ m/s} \quad (3)$$

Trong đó: V_T - tốc độ truyền âm cho sóng ngang, m/s; G - mô đun biến dạng, N/m²

Ngoài ra, để đảm bảo độ chính xác trong việc xác định các khe nứt thì bề mặt, hình dạng và đặc tính của vật liệu cũng cần được quan tâm như: bề mặt phẳng nhẵn, kích thước 3 chiều đồng đều, vật liệu phải đồng nhất, cỡ hạt mịn. Trước khi thực hiện đo bằng sóng siêu âm thì bề mặt cần được dọn sạch.

3. Đặc điểm và tính chất cơ học đá ốp lát

Các mỏ đá ốp lát ở Việt Nam bao gồm các đá magma, trầm tích và đá biến chất, trong đó các mỏ đá ốp lát có nguồn gốc magma xâm nhập chiếm tới 75% trữ lượng đá ốp lát của cả nước. Các thành tạo địa chất có tiềm năng đá ốp lát chất lượng cao liên quan với các thành tạo xâm nhập có thành phần siêu mafic thuộc các phức hệ Ba Vì, Núi Chúa, Phù Mỹ và Chà Và; thành phần trung tính, axit - kiềm thuộc các phức hệ Phia Bioc, Vân Canh, Hải Vân, Cà Ná, Định Quán và Đèo Cả. Liên quan đến các thành tạo phun trào có thành phần mafic thuộc các hệ tầng Cẩm Thủy, Viên Nam, Túc Trưng, Đại Nga, Xuân Lộc; thành phần trung tính, axit thuộc các hệ tầng Khôn Làng, Đồng Trâu, Đèo Bảo Lộc, Nha Trang, Đơn Dương. Liên quan đến các thành tạo trầm tích là các thành tạo Cacbonat (đá vôi, dolomit), đá lục nguyên (cát kết, bột kết, dăm kết,...) đá biến chất (đá hoa, quartzit, đá phiến kết tinh). Các mỏ đá ốp lát phân bố tập trung ở các tỉnh thành của cả nước bao gồm: Hà Giang, Yên Bái, Bắc Kạn, Thái Nguyên, Hòa Bình, Thanh Hóa, Nghệ An, Thừa Thiên Huế, Đà Nẵng, Quảng Nam, Quảng Ngãi, Gia Lai, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa, Ninh Thuận, Bà Rịa - Vũng Tàu, An Giang.

Chất lượng đá ốp lát được đánh giá theo loại đá và mức độ nứt nẻ tồn tại trong đá. Đối với đá hoa trắng thì chất lượng đánh giá thông qua thành phần thạch học (gồm khoáng vật calcit, dolomit, thạch anh, phlogopit, graphyt, vật chất hữu cơ, khoáng vật nặng hiếm), thành phần hóa học (gồm CaO, MgO, SiO₂, T.Fe, Al₂O₃, MnO, K₂O, Na₂O, TiO₂, P₂O₅, Cr₂O₃, MKN, SO₃, CKT), hàm lượng SO₃, tính chất cơ lý (gồm thể trọng tự nhiên, cường độ kháng nén bão hòa, cường độ kháng kéo bão hòa,

hệ số biến mềm), vân sắc. Đối với đá granit, chất lượng đánh giá qua thành phần thạch học (gồm thạch anh, plagioclase, kali và mica), thành phần hóa học, tính chất cơ lý (gồm thể trọng tự nhiên, cường độ kháng nén bão hòa, cường độ kháng kéo bão hòa, hệ số biến mềm), vân sắc. Cụ thể như sau:

+ Nhóm đá hoa trắng: Đá có màu trắng, trắng trong, trắng phớt xanh, độ trắng (Wb) đạt 92-97%, cấu tạo khối, hạt trung bình đến lớn. Thành phần khoáng vật đá calcit = 97-100%; dolomit = 0.1-1%; hàm lượng trung CaO = 55,2-55,86%; MgO = 0,12-0,29%; SiO₂ = 0,01-0,38%; Al₂O₃ = 0,01-0,03%; Fe₂O₃ ≤ 0,01 -0,038. Thể trọng trung bình là 2,7g/cm³; độ ẩm trung bình 0,23%; độ hút nước 0,97%; cường độ chịu kéo trung bình 47,55 g/cm³, cường độ kháng nén trung bình 544,3kg/cm³ (Nguyễn Tiến Thành, 2010).

+ Nhóm đá granit: Theo (Lương Quang Khang, 2012) một trong nhóm đá nhóm granit có đặc điểm về cơ học và hóa học như sau: Cường độ kháng nén bão hòa dao động từ 1150kG/cm² đến 1680 kG/cm², hệ số hóa mềm 0,87-0,99. Sức tỏa nhiệt thuộc bậc vừa, độ bóng gương từ 85-95%. Thành phần thạch anh từ 25-33%, felspat kali 33-42%,... đá có cấu tạo khối, kiến trúc hạt nửa tinh tự hình.

Trong quá trình khai thác, đá ốp lát được cưa cắt thành các khối hình hộp chữ nhật theo kích thước nhất định tùy theo yêu cầu của nhà máy chế biến đá ốp lát. Các mặt đá thường được cưa cắt bằng dây cắt kim cương và cưa đĩa nên bề mặt nhẵn (Hình 3).

Nhìn chung, qua phân tích đặc điểm tính chất cơ lý và kích thước đá ốp lát sau khai thác thấy rằng đá sử dụng làm ốp lát ở Việt Nam thường đồng nhất về vật liệu, chỉ bị chia tách theo các khe nứt nằm trong đá gây ra. Kích thước ba chiều



Hình 3. Đá ốp lát sau cưa cắt đưa chế biến.

tương đồng và bề mặt đá nhẵn. Điều này đảm bảo tính khả thi trong việc áp dụng phương pháp sóng siêu âm trong việc xác định khe nứt trong đá đạt độ tin tưởng cao.

4. Nghiên cứu phương pháp xác định khe nứt trong đá ốp lát sử dụng sóng siêu âm

Qua nghiên cứu về đặc điểm và khả năng sử dụng của sóng siêu âm trong việc đo khe nứt trong đá ốp lát là phù hợp với việc đo và phát hiện những những dấu hiệu không liên tục trong khối đá ốp lát trên cả bề mặt và bên trong tới một độ sâu tốt. Phương pháp sóng siêu âm có thể xác định vị trí và kích thước hình dạng của yếu tố không liên tục trong khối đá. Thiết bị mang theo gọn nhẹ tạo điều kiện làm việc tại hiện trường tốt (Hình 4). Trong khi đó đá ốp lát là vật liệu rắn chắc, cấu tạo liền khối và đồng nhất, ngoại trừ có các khe nứt trong nó, bề mặt nhẵn cũng là điều kiện tốt khi thực hiện đánh giá xác định khe nứt trong khối đá.

Trong quá trình đo xác định khe nứt trong đá ốp lát gồm 3 phương pháp khảo sát chính (Hình 5), gồm:

- Phương pháp trực tiếp: đầu dò phát và nhận được đặt đối diện với nhau
- Phương pháp gián tiếp: đầu dò phát và đầu dò nhận được đặt trên cùng một mặt
- Phương pháp đo bán trực tiếp: đầu dò phát và đầu dò nhận được đặt trên 2 mặt vuông góc với nhau.

Đánh giá khe nứt trong khối đá ốp lát trước khi đưa về nhà máy chế biến nên được thực hiện để



Hình 4. Thiết bị đo khe nứt bằng sóng siêu âm.

đánh giá gồm: đánh giá tổng thể của khe nứt trong khối, đánh giá kích thước khe nứt, góc nghiêng khe nứt, sự phân bố của khe nứt nhất định trong khối.

4.1. Đánh giá tổng thể về khe nứt trong khối

Để đánh giá tổng thể khe nứt trong khối đá ốp lát thông qua việc đánh giá mô đun đàn hồi theo công thức của tiêu chuẩn Ấn độ: (IS 13311, Part I, Tiêu chuẩn Ấn độ, 1992):

$$E = \frac{\rho(1 + \mu)(1 - 2\mu) \cdot V^2}{(1 - \mu)} \quad (4)$$

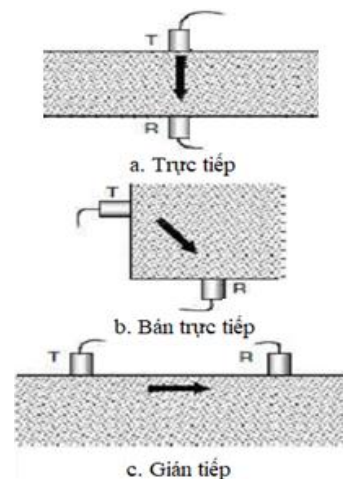
Trong đó: ρ - khối lượng riêng, kg/m³; V - Vận tốc truyền sóng âm, km/s

Để đánh giá được mô đun đàn hồi cần phải xác định vận tốc truyền sóng dựa trên khoảng cách đặt đầu dò phát và đầu dò thu, và khoảng thời gian phát và nhận tín hiệu. Điều này được thực hiện bằng cách định vị các vị trí đặt đầu dò thu và phát nhất định và thời gian sẽ được thiết bị đo sóng siêu âm ghi nhận. Từ đó vận tốc truyền sóng tính toán theo công thức (5):

$$V = \frac{D}{T}, \text{ km/s} \quad (5)$$

Trong đó: D - khoảng cách từ đầu dò phát đến đầu dò nhận, m; T - thời gian truyền sóng trên khoảng cách D , s

Cách đánh giá này được sử dụng khi đánh giá khối đá có nhiều nứt nẻ và thể nằm khó xác định cụ thể, nhưng khi có nhiều khe nứt làm giảm mô đun đàn hồi nhiều giúp có quyết định đưa khối vào cắt hay không



Hình 5. Các vị trí đặt đầu dò phát và nhận trong đo khe nứt (a. Phương pháp trực tiếp; b. Phương pháp bán trực tiếp; c. Phương pháp gián tiếp).

4.2. Đánh giá độ sâu khe nứt

Khe nứt trong đá ốp lát có thể hiện ra bề mặt hoặc nằm trong khối đá. Do đó việc xác định vị trí khe nứt là rất quan trọng như xác định độ sâu khe nứt khi khe nứt cắt sâu vào khối hoặc vị trí khe nứt cách bề mặt khi khe nứt nằm song song với bề mặt.

* *Khe nứt cắt sâu vào khối:*

Đối với khe nứt thẳng đứng lộ ra ngoài thì việc đánh giá khả năng phát triển sâu của khe nứt là rất quan trọng. Do đó việc bố trí thiết bị đo siêu âm để xác định khe nứt này rất quan trọng. Phương pháp khảo sát sử dụng là phương pháp gián tiếp (đầu dò phát và nhận được đặt trên cùng một mặt phẳng) (Hình 6). Để thực hiện đo khe nứt kiểu này thì đầu dò phát và đầu dò nhận tín hiệu đặt cách khe nứt cùng có khoảng cách X. Chiều sâu khe nứt h được xác định trên cơ sở công thức (6).

$$h = \left(\frac{x}{T_2}\right)(T_1^2 - T_2^2)^2 \quad (6)$$

Đầu tiên đặt đầu dò nhận và phát tín hiệu có khoảng cách cân bằng với khe nứt. Sau đó tiến hành di chuyển 1 trong 2 đầu dò ra xa khe nứt, nếu thời gian truyền sóng giảm thì khe nứt nghiêng về phía đầu dò di chuyển.

* *Khe nứt nằm song song bề mặt:*

Đối với khe nứt nằm song song với bề mặt đá

ốp lát, sử dụng phương pháp đo gián tiếp bằng việc bố trí đầu dò phát và đầu dò thu cùng nằm trên bề mặt. Khi đó, đầu dò nhận tín hiệu được cố định còn đầu dò truyền tín hiệu sẽ thay đổi.

Khi biết vận tốc truyền sóng, thời gian truyền sóng sẽ được thiết bị ghi nhận thì chiều sâu khe nứt nằm ngang sẽ được xác định theo công thức (7):

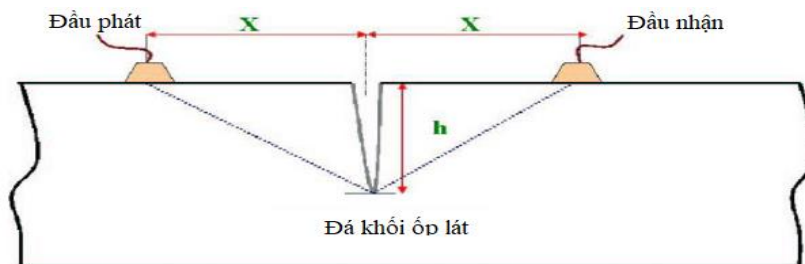
$$y = 0.5\sqrt{(V^2T^2 - x^2)} \quad (7)$$

Trong đó: y- chiều sâu gập khe nứt nằm ngang, cm; V- vận tốc truyền âm trong đá ốp lát, cm/s; x- khoảng cách giữa đầu dò phát và nhận tín hiệu, cm; T- thời gian truyền sóng, s

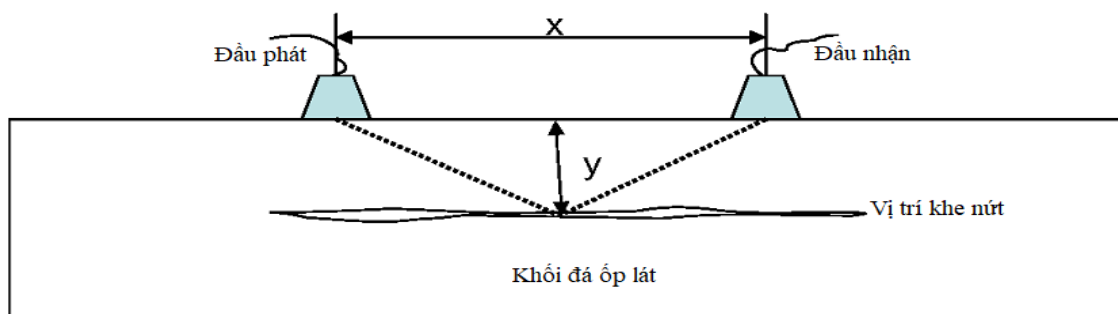
Lưu ý, để đảm bảo đầu dò thu hoàn toàn tín hiệu là sóng dọc thì khoảng cách giữa hai đầu dò nằm trong khoảng 15cm đến 20 cm là hợp lý. Sơ đồ xây dựng khe nứt nằm ngang được minh họa trong Hình 7.

4.3. Đánh giá tổng quát sự phân bố khe nứt trong đá ốp lát

Một trong vấn đề của đánh giá sự phân bố khe nứt trong không gian là định hình được góc dốc và góc phương vị của khe nứt. Một trong những cách này là sử dụng phương pháp sóng siêu âm với phương pháp đo trực tiếp. Đầu tiên tiến hành cố định đầu dò phát trên một cạnh và thay đổi nhiều vị trí đầu dò nhận tín hiệu (thời gian nhận tín hiệu (Hình 8)).



Hình 6. Sơ đồ xây dựng cách đo khe nứt thẳng đứng



Hình 7. Sơ đồ xây dựng khe nứt nằm ngang

Khi gặp vật cản thì đường di chuyển của sóng siêu âm không phải là đường trực tiếp nối giữa vị trí đầu dò nhận tín hiệu và đầu dò phát. Do cùng loại vật liệu thì tốc độ truyền sóng âm như nhau nhưng do cung đường truyền khác nhau (gặp khe nứt) tại các vị trí đầu dò nhận tín hiệu khác nhau. Điều này làm thời gian nhận tín hiệu khác nhau tùy vào từng vị trí nhận tín hiệu.

Như vậy mỗi vị trí nhận tín hiệu đầu dò sẽ có thời gian nhận tín hiệu khác nhau, nội suy từ những giá trị này chúng ta sẽ xây dựng được một đường đồng thời gian nhận tín hiệu. Tiến hành đánh giá trên các cạnh khác nhau chúng ta sẽ thu được một bản đồ với sự phân bố thời gian truyền sóng âm. Khu vực, đường đồng thời gian thu tín hiệu (đặc biệt thời gian tăng) sẽ vẽ ra được hình dạng của khe nứt tương ứng.

5. Kết luận

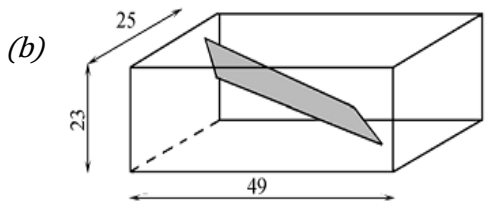
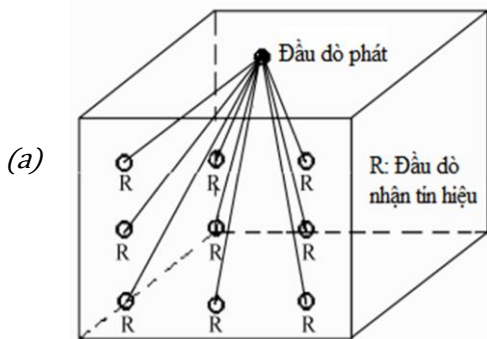
Việt Nam có nguồn tài nguyên lớn từ đá ốp lát và có nhu cầu sử dụng ngày càng tăng, nhưng đá ốp lát bị ảnh hưởng rất lớn của các khe nứt làm tỷ lệ thu hồi thấp, đặc biệt là chi phí cắt đá khối thành các tấm đá ốp lát nhưng thu hồi thấp do trong bản thân khối đá đưa về nhà máy vẫn còn những khe nứt làm nứt tách khi cắt thành tấm có chiều dày 1,5÷2 cm.

Qua phân tích đánh giá về đặc điểm của phương pháp đo bằng sóng siêu âm và đặc điểm của đá ốp lát ở Việt Nam thấy rằng:

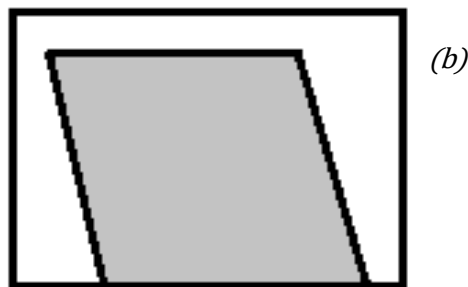
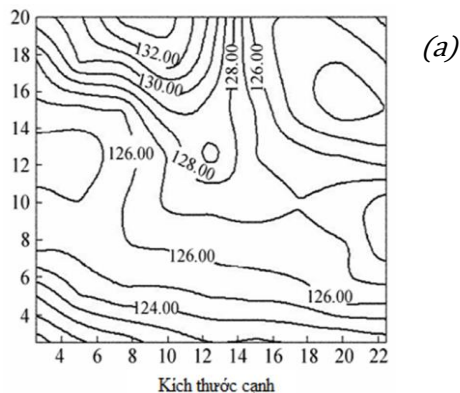
- Phương pháp đo bằng sóng siêu âm đảm bảo phát hiện được các khuyết tật trong khối đá như khe nứt.

- Đá ốp lát sau khi khai thác đưa đi chế biến có kích thước 3 chiều tương đồng, bề mặt nhẵn, đồng nhất về vật liệu và chỉ bị phân tách bởi các khe nứt đảm bảo phương pháp đo sóng siêu âm đạt độ chính xác và tin cậy trong phép đo.

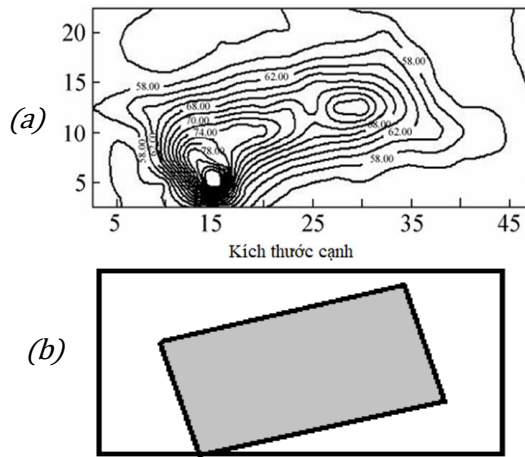
- Trên cơ sở đặc điểm, khả năng của sóng không xuyên qua các khe nứt, khoảng trống trong đá mà truyền theo biên của khe nứt. Một số cách đo có giá trị trong phát hiện khe nứt cần được áp dụng trong việc phát hiện khe nứt trong đá ốp lát như: xác định tổng thể mức độ nứt nẻ trong trường hợp khối đá nứt nẻ lớn dẫn đến hệ số đàn hồi giảm mạnh, giúp loại bỏ những khối đá ốp lát có hệ số đàn hồi thấp vì nứt nẻ mạnh. Đối với khe nứt cắt sâu vào khối đá và khe nứt nằm song song với bề mặt thì sử dụng phương pháp đo gián tiếp để xác định độ sâu khe nứt so với bề mặt, còn thể hiện thể nằm khe nứt cần sử dụng phương pháp đo trực tiếp với đầu dò phát tín hiệu đặt cố định còn đầu dò nhận tín hiệu thay đổi vị trí trên toàn bộ mặt đối diện.



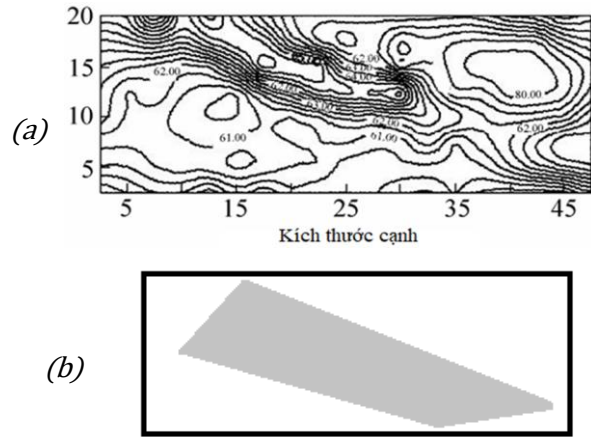
Hình 8. Vị trí bố trí các đầu dò (a) và phân bố mặt khe nứt trong khối (b).



Hình 9. Đường đồng mức thời gian truyền sóng trên mặt cạnh (a) và mặt khe nứt nhìn từ mặt cạnh (b).



Hình 10. Đường đồng mức thời gian truyền sóng trên mặt trên (a) và mặt khe nứt nhìn từ mặt trên (b).



Hình 11. Đường đồng mức thời gian truyền sóng trên mặt trước (a) và mặt khe nứt nhìn từ mặt trước (b).

Do tốc độ lan truyền sóng siêu âm thay đổi phụ thuộc loại đá, do đó để xác định được chính xác các khe nứt trong khối đá ốp lát cần tiến hành khảo sát thực nghiệm trên từng loại đá nhất định.

Đóng góp của các tác giả

Tác giả Phạm Văn Việt hình thành ý tưởng, cấu trúc bài báo, hoàn thiện bản thảo cuối cùng. Tác giả Nguyễn Anh Tuấn và Phạm Văn Hòa tư vấn góp ý hình thành ý tưởng nghiên cứu, đọc bản thảo bài báo. Tác giả Trần Đình Bảo tham gia thực hiện nghiên cứu tài liệu về đá ốp lát, tham gia hoàn thiện bản thảo bài báo. Tác giả Nguyễn Duyên Phong tham gia nghiên cứu tài liệu sóng siêu âm, tham gia hoàn thiện bản thảo bài báo.

Tài liệu tham khảo

- ALI, B. A. H., (2008). Assessment of Concrete Compressive Strength by Ultrasonic Non-Destructive Test. *Www.Coeng.Uobaghdad.Edu.Iq*, i-98. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- IS 13311 Part I Tiêu chuẩn Ấn Độ, (1992). *Standard Code of Practice for Non-Destructive Testing of Concrete: Part 1— Ultrasonic Pulse Velocity*.
- İşık, N., Halifeoğlu, F. M., & İpek, S., (2020). Nondestructive testing techniques to evaluate the structural damage of historical city walls. *Construction and Building Materials*, 253.

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119228>.

- Kadium, N. S., & Sarsam, S. I., (2020). Evaluating Asphalt Concrete Properties by the Implementation of Ultrasonic Pulse Velocity. *Journal of Engineering*, 26(6), tr. 140-151. <https://doi.org/10.31026/j.eng.2020.06.12>.
- Lã Văn Châm, Lương Xuân Chiều, (2012). Nghiên cứu xây dựng đường chuẩn tương quan giữa cường độ chịu nén với tốc độ truyền sóng siêu âm kết hợp trị số bật nảy ứng dụng đánh giá cường độ chịu nén của bê tông mác 45 đến 55MPa. *Khoa Học Giao Thông Vận Tải*, 38, tr. 40-45.
- Lương Quang Khang, (2012). Đặc điểm chất lượng và tiềm năng đá ốp lát tỉnh Ninh Thuận. *Công Nghiệp Mỏ*, 2, tr. 54-57.
- Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Văn Việt, (2016). Mô hình đá nứt nẻ và cấu trúc khe nứt hỗ trợ thiết kế, lập kế hoạch khai thác mỏ đá khối Thung Khuộc, Nghệ An. *Công Nghiệp Mỏ*, 3, tr. 1-8.
- Nguyễn Mạnh Cường, P. X. T. (2000). Nghiên cứu sự lan truyền sóng siêu âm trong môi trường nứt nẻ. *Tuyển Tập Báo Cáo Khoa Học Sinh Viên, ĐH Mỏ - Địa Chất*, tr. 17-20.
- Nguyễn Tiến Dũng, Nguyễn Phương, (2001). Đặc điểm đá ốp lát tỉnh Phú Yên. *Tuyển Tập Các Công Trình Khoa Học Đại Học Mỏ - Địa Chất*, tr. 8-14.

Nguyễn Tiến Thành, (2010). Đặc điểm phân bố đá hoa trắng phía tây tỉnh Nghệ An: Định hướng thăm dò, khai thác, sử dụng. *Tạp Chí Địa Chất*, Số 319, tr. 111-117.

Nguyễn Văn Lâm, Khương Thế Hùng, Phạm Thị Thanh Hiền, (2018). Đặc điểm chất lượng và các yếu tố ảnh hưởng đến độ thu hồi đá khối làm đá ốp lát khu vực Diên Khánh, Khánh Hòa. *Tạp Chí Tài Nguyên và Môi Trường*, 4, tr. 16-18.

Pedrerros, L., Cárdenas, F., Ramírez, N., & Forero, E., (2020). NDT Non-Destructive Test for Quality Evaluation of Concrete specimens by Ultrasonic Pulse Velocity measurement. *IOP*

Conference Series: Materials Science and Engineering, 844(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/844/1/012041>

Thủ tướng Chính phủ, (2012). *Điều chỉnh, bổ sung quy hoạch thăm dò, khai thác chế biến và sử dụng khoáng sản làm vật liệu xây dựng ở Việt Nam đến năm 2020 theo quyết định số 45/QĐ-TTg*.

Trần Xuân Đông, (2010). Đặc điểm đá granit ốp lát vùng Phú Lợi, huyện Tân Kỳ, Nghệ An. *Tạp Chí Địa Chất*, 319, tr. 57-62.