

ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP SIÊU ÂM LỖ KHOAN (ATV) PHÂN TÍCH CẤU TRÚC NÚT NẸ CỦA NỀN ĐÁ

Nguyễn Quang Tuấn¹, Nguyễn Ngọc Hải², Nguyễn Bách Thảo³

¹Trường Đại học Thủy lợi, email: nqtuan@tlu.edu.vn

²Công ty TNHH Mỏ Nickel-Bản Phúc

³Trường Đại học Mỏ - Địa chất

1. GIỚI THIỆU

Phương pháp siêu âm ATV (Acoustic Televiewer) là một trong các phương pháp địa vật lý lỗ khoan, đã có từ những năm 60s [1], sau đó đã có những bước tiến đáng kể trong áp dụng khảo sát địa chất, địa chất thủy văn và địa kỹ thuật [2]. Phương pháp ATV sử dụng dụng cụ phát sóng siêu âm tới thành lỗ khoan và đo tín hiệu phản hồi trong suốt quá trình đi dọc lỗ khoan, tạo ra hình ảnh phản xạ sóng siêu âm 360 độ liên tục của thành lỗ khoan với độ phân giải cao, đưa ra hình ảnh trực quan về thành lỗ khoan và cấu trúc lõi khoan. Từ kết quả đo, kỹ sư có thể thực hiện một số công việc sau:

- Đo vẽ các cấu trúc địa chất: khe nứt, mặt lớp, ranh giới thạch học, mặt phiến, v.v...
- Ứng dụng về địa kỹ thuật: xác định mật độ nứt nẻ, chỉ số RQD, ước lượng tính chất của đá.
- Xác định rõ các đặc điểm phân lớp mỏng, phân phiến, các khe nứt và đới đập vỡ.
- Giám sát kết cấu giếng và tính toàn vẹn của thành giếng trong quá trình khoan.
- Hỗ trợ phân tích ứng suất trong nền đá [3].
- Xác định các chỉ số chất lượng khối đá như RMR, Q, GSI [4].

Trong đó, việc sử dụng ATV để xác định và phân tích các cấu trúc nứt nẻ của nền đá rất quan trọng. Bài viết này trình bày về cơ sở lý thuyết, phương pháp phân tích cấu trúc nứt nẻ của nền đá từ kết quả đo ATV thông qua một ví dụ là kết quả đo ATV từ một hố khoan khảo sát công trình thực tế.

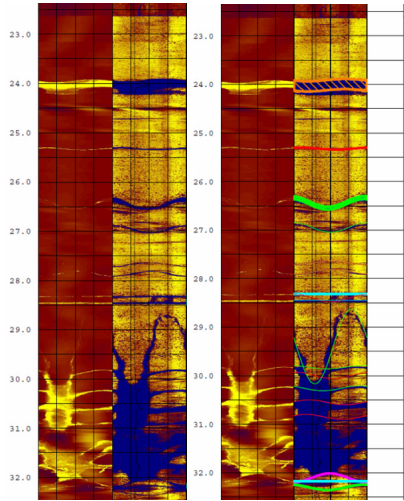
2. PHƯƠNG PHÁP ĐO ATV

Thiết bị của công nghệ ATV có đầu phát sóng và thu sóng. Ống đo là 1 thiết bị ghi lại hình ảnh của thành lỗ khoan sử dụng sóng siêu âm tần số cao, vì sử dụng sóng âm nên thiết bị có thể hoạt động được trong môi trường dung dịch khoan, trong khi các thiết bị quang học OTV (Optical borehole televiewer) lỗ khoan chỉ hoạt động được trong điều kiện khô hoặc dung dịch khoan là nước sạch).

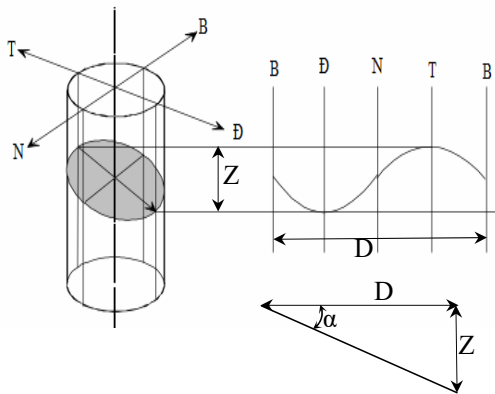
Đầu đo được định vị trong lỗ khoan bởi bộ định tâm không từ tính. Các thông số về hướng phương vị được xác định bởi từ kế đo độ nghiêng 3 trục. Sóng âm có tần số 0.5-1,5Mhz được tạo ra bởi cộng hưởng áp điện. Đầu phát sóng và thu sóng có thể quay xung quanh trục. Sóng được phát ra đập vào thành lỗ khoan và quay trở lại đầu thu. Biên độ sóng và thời gian truyền sóng thu được sẽ phản ánh được hình ảnh của thành lỗ khoan.

Hình ảnh siêu âm lỗ khoan có thể sử dụng để phân tích các thông tin địa chất và địa kỹ thuật khác nhau: xác định loại đá, đánh giá đặc điểm nứt nẻ và hang hốc. Hình ảnh thu thập được của vách lỗ khoan sẽ trải trên mặt phẳng từ Bắc đến Nam (Hình 2).

Một số ưu điểm của phương pháp ATV: độ chính xác cao, giúp xác định được đặc điểm đới đập vỡ, hiệu quả về thời gian và chi phí cho việc phân tích lõi khoan. Ưu điểm nổi bật của ATV là khả năng thu thập dữ liệu trong vùng đá đập vỡ nứt nẻ mạnh hoặc không lấy được lõi khoan, hoặc trong nền đá có chất lượng kém [5].



Hình 1. Một kết quả đo ATV dọc lỗ khoan và các cấu trúc khe nứt đã được đánh dấu

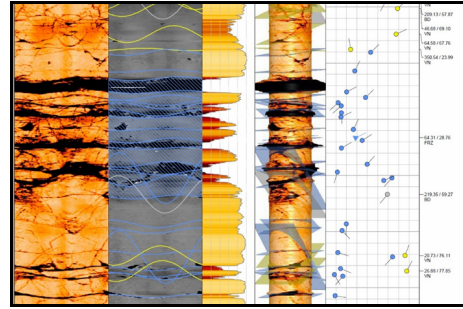


Hình 2. Hình chiếu của các vết nứt chiếu lên mặt phẳng và luận giải thể nằm của khe nứt

2. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ ATV

Kết quả đo ATV lỗ khoan sẽ được hình thu được hình ảnh siêu âm liên tục thành lỗ khoan. Hình ảnh này sẽ dùng để phân tích các cấu trúc khuyết tật trong đá như các vết nứt, đứt gãy hoặc các tập thạch học mỏng. Giả sử với một vết nứt được phát hiện như ví dụ trên (Hình 1). Đường giao của vết nứt phẳng với thành lỗ khoan khi trải lên mặt phẳng sẽ có dạng sóng (đồ thị hàm sin) như ví dụ trong Hình 2. Từ đó có thể tính ra thể nằm của khe nứt phẳng bao gồm góc phương vị hướng dọc và góc dốc. Dữ liệu ảnh ATV

lỗ khoan có thể được phân tích các phần mềm hỗ trợ, ví dụ phần mềm wellcad 4.3 với modul “ Image”. Việc sử dụng phần mềm sẽ giúp cho việc phân tích thuận tiện và hiển thị trực quan.



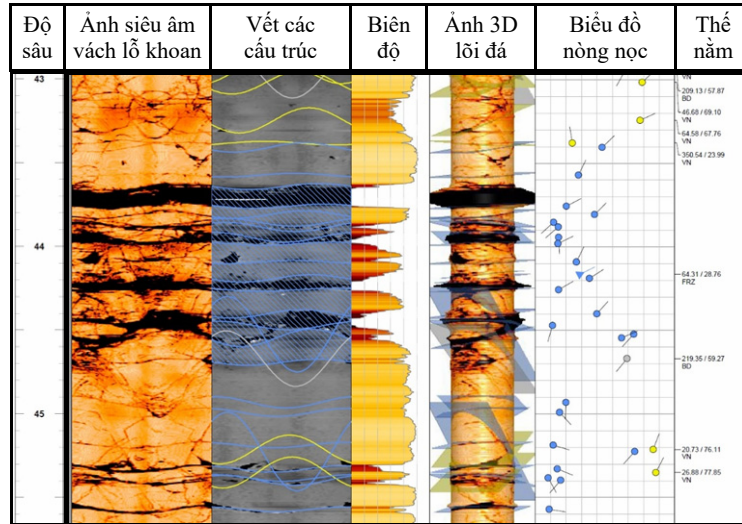
Ví dụ trong Hình 3 là kết quả đo ATV và luận giải số liệu đo ATV của một đoạn lỗ khoan thăm dò cho một công trình mỏ quặng ở Sơn La. Biểu đồ bên trái thể hiện cho thấy rõ các khuyết tật trong đá. Việc xử lý dữ liệu đo ATV gồm các bước chính sau:

- Chọn và đánh dấu các vết nứt trên hình ảnh thu được.
 - Tính toán đường kính lỗ khoan D thông qua thời gian truyền sóng (Traveltime).
 - Xác định góc phương vị đường hướng dốc β và tính toán góc dốc α của mặt yếu.
 - Xây dựng biểu đồ “nồng nọc” thể hiện góc dốc α và góc phương vị β .
 - Xây dựng mô hình 3D của thành lỗ khoan thể hiện hiện trạng của thành lỗ khoan.
- Góc phương vị được xác định trên hình ảnh thu được (như ví dụ trên Hình 2 là vết nứt có phương vị Tây - Đông). Góc dốc được xác định bằng công thức sau:

$$\tan \alpha = \frac{Z}{D}$$

trong đó:

- α : góc dốc (độ);
 - Z : biên độ vết nứt (mm), được xác định trên hình ảnh thu được;
 - D : đường kính lỗ khoan (mm):
- $$D = 2 \times (T \times V + R_c)$$
- T : thời gian truyền sóng (giây);
 - V : vận tốc sóng trong dung dịch (mm/s);
 - R_c : bán kính thiết bị (mm).



Hình 3. Kết quả đo và luận giải các yếu tố cấu trúc trong lỗ khoan sử dụng hình ảnh ATV

Sau khi đánh dấu và phân loại tất cả các cấu trúc khuyết tật, nhờ phần mềm chúng ta có được hình ảnh 3D của nòng khoan cùng các khuyết tật. Thế nằm của các khe nứt khác nhau có thể biểu diễn trên ảnh lập thể và biểu đồ “nòng nọc”. Ở biểu đồ “nòng nọc”, vị trí điểm tròn thể hiện góc dốc của khe nứt, đuôi nòng nọc chỉ góc hướng dốc của khe nứt. Kết quả thế nằm của các yếu tố cấu trúc có thể được biểu diễn lên biểu đồ chiếu cầu để thể hiện xu hướng tập trung của các vết nứt.

4. KẾT LUẬN

Công nghệ siêu âm lỗ khoan ATV cho kết quả hình ảnh 360 độ liên tục của thành lỗ khoan. ATV cho phép xác định rõ ràng các nứt nẻ dọc theo lỗ khoan trong cả điều kiện có dung dịch khoan, vách lỗ khoan có lớp phủ và khi đá tối màu. Ảnh ATV lỗ khoan giúp xác định cấu trúc đáng tin cậy, đặc biệt trong điều kiện nền đá bị dập vỡ, nứt nẻ mạnh. Sự kết hợp của thông tin định tính và định lượng để mô tả đặc điểm thạch học và các vết nứt mà lỗ khoan đi qua. ATV là công nghệ rất hữu ích giúp thu thập dữ liệu, giải thích các thông số thủy lực của nền đá. Những hình ảnh siêu âm lỗ khoan cũng cung cấp cái nhìn cụ thể sâu sắc về các mô hình nứt nẻ, dòng thấm của nước trong nền đá.

Tuy nhiên, khi đánh giá đặc điểm khối đá ATV phương pháp ATV vẫn chỉ là đánh giá dọc theo lỗ khoan, không đánh giá được tính liên tục và quy mô của các mặt yếu. Chất lượng hình ảnh siêu âm quyết định tính chính xác của phương pháp và đòi hỏi người phân tích hình ảnh có kiến thức và kinh nghiệm. Với những ưu điểm của phương pháp, ATV nên được sử dụng để tận dụng thông tin hồ khoan trong việc đánh giá đặc điểm nền đá. Kết quả ATV cần được luận giải bởi người có kiến thức và kinh nghiệm địa chất. Để tăng độ tin cậy của phương pháp, nên luận giải hình ảnh siêu âm kết hợp với hình ảnh lõi khoan và nhật ký lỗ khoan.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Zemanek, J., et al., 1970. Formation evaluation by inspection with the borehole televiewer. *Geophysics*. 35(2): p. 254-269.
- [2] Prenskey, S.E., 1999. Advances in borehole imaging technology and applications. *159(1)*: p. 1-43.
- [3] Goodfellow, S.D., et al., 2017. In situ stress estimation using acoustic televiewer data, in *UMT 2017: Proceedings of the First International Conference on Underground Mining Technology*, M. Hudyma and Y. Potvin, Editors. Australian Centre for Geomechanics: Sudbury. p. 487-496.