

ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP MẶT CẮT ĐIỆN TRỞ ĐẤT TRONG KHẢO SÁT NỀN MÓNG ĐẬP, LÒNG HỒ VÀ THÂN ĐẬP ĐẤT

NGUYỄN NHƯ TRUNG

Viện Địa chất và Địa vật lý Biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam,
18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

Tóm tắt: Khảo sát cấu trúc nền móng đập, rò rỉ lòng hồ và thân đập là yếu tố rất quan trọng quyết định đến chất lượng và độ an toàn của hồ chứa. Phương pháp mặt cắt điện trở đất (MCĐTĐ) là phương pháp thăm dò không làm thay đổi tình nguyên trạng của công trình xây dựng được sử dụng phổ biến trong khảo sát địa chất công trình. Bài báo trình bày các kết quả ứng dụng phương pháp MCĐTĐ trong khảo sát nền móng đập, lòng hồ và thân đập ở một số vùng khác nhau trên cả nước. Ba ví dụ cụ thể về việc sử dụng phương pháp MCĐTĐ để đánh giá cấu trúc địa chất nền móng của đập Tân Giang II-Ninh Thuận; tình trạng nứt nẻ, hang hốc có khả năng gây rò rỉ của lòng hồ Chiềng Cọ - Sơn La; hiện tượng rò rỉ thân đập và giám sát chất lượng xử lý rò rỉ của thân đập Khuân Cát-Lạng Sơn. Kết quả nghiên cứu đã khẳng định được tính hiệu quả của phương pháp trong giải quyết các nhiệm vụ khảo sát địa chất công trình tại các hồ chứa và giám sát thân đập ở Việt Nam.

I. MỞ ĐẦU

Việc xây dựng hồ chứa nước trên vùng cao phục vụ cho nông nghiệp, tưới tiêu, sinh hoạt và thủy điện là việc khá phổ biến. Do đặc điểm địa hình và địa chất ở khu vực miền núi thường rất phức tạp như địa hình bị phân cắt mạnh, lòng hồ thường nằm dọc theo các hệ thống đứt gãy, cắt qua nhiều ranh giới địa chất khác nhau. Nhiều công trình hồ chứa nước sau khi xây xong lòng hồ bị thoát nước dọc theo các nứt nẻ, các ranh giới địa tầng, các đứt gãy và các hang hốc karst sau một thời gian sử dụng bị nứt, rò rỉ gây xói lở thân đập dẫn đến nguy cơ vỡ đập. Các nguyên nhân gây ra có thể do thân đập nằm trên lớp đất đá có hệ số thấm cao như cát cuội sỏi, làm mất nước trong hồ, hoặc nền móng công trình nằm trên đới phá hủy của đứt gãy gây mất ổn định nền móng. Ngoài ra, sự rò rỉ nước qua lòng hồ có thể gây ra hiện tượng trượt lở đất ở các vùng lân cận xung quanh hồ nước. Vì vậy, vấn đề cần đặc biệt chú ý trước khi tiến hành thiết kế xây dựng hồ chứa nước là phải khảo sát kỹ địa chất để chỉ ra được những khu vực nền móng ổn định, kém ổn định, sự tồn tại đới nứt nẻ, hang hốc để từ đó đưa ra được những phương án thiết kế đập và xử lý lòng hồ trước khi đưa hồ chứa vào tích nước. Một trong những phương pháp địa vật lý được sử dụng rộng rãi trên thế giới là phương pháp mặt cắt điện trở đất hay phương pháp đo sâu điện trở hai chiều, nhằm đánh giá, phát hiện các vùng thấm trong lòng hồ, thân đập và xác định vị trí xây đập cũng như nghiên cứu trượt lở đất [1, 2, 3, 5, 6, 7, 13, 14]. Đây là phương pháp đo có độ phân dị và chính xác cao, cho phép tiến hành nghiên cứu ở các điều kiện môi trường địa chất phức tạp. Ngoài ra, một ưu điểm đặc biệt quan trọng khác là giá thành của phương pháp này thấp.

Trong bài báo này, tác giả trình bày một số kết quả nghiên cứu ứng dụng phương pháp MCĐTĐ trong khảo sát nền móng thân đập, khảo sát lòng hồ để xác định các hang hốc karst, các đới nứt nẻ phục vụ cho công tác chống thấm lòng hồ và khảo sát thân đập trước và sau xử lý thấm. Các kết quả được trình bày trên là ví dụ thực tế nhằm giải quyết nhiệm vụ xác định cấu trúc nền móng đập, tìm các đới nứt nẻ, hang karst trong lòng hồ và đánh giá tình trạng thấm của đập ở ba khu vực là Miền Trung, Tây Bắc và Đông Bắc của Việt Nam.

II. CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP MCĐTĐ

1. Cơ sở toán học

Phương pháp MCĐTĐ dựa trên cơ sở lời giải của bài toán phân bố thế $\phi(x,y,z)$ trong môi trường phân bố độ dẫn điện $\sigma(x,z)$ hai chiều [4]:

$$\begin{aligned}
& - \nabla \cdot [\sigma(x, z) \nabla \phi(x, y, z)] \\
& = \frac{\partial \rho}{\partial t} \delta(x_s) \delta(y_s) \delta(z_s)
\end{aligned} \tag{I.1}$$

với các điều kiện biên:

$$\frac{\partial \phi}{\partial z} = 0 \text{ khi } z = 0 \quad \frac{\partial \phi}{\partial z} = 0 \text{ khi } z = \mathbf{0} \tag{I.2}$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial n} + \frac{\phi \cos \theta}{r} = \mathbf{0}$$

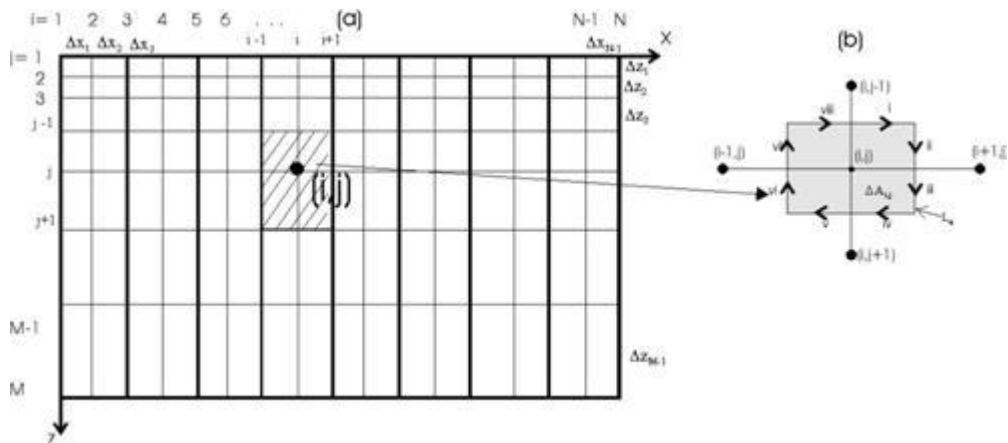
trong đó: ρ là mật độ dòng điện mặt tại một điểm trong không gian Descartes;

δ là hàm Dirac; (x_s, y_s, z_s) là tọa độ điểm nguồn phát trong không gian (x, y, z) ;

r là khoảng cách từ nguồn đến biên ngoài; θ là góc giữa pháp tuyến n và r ;

Bài toán (I.1) và (I.2) thường được giải theo phương pháp sai phân hữu hạn hoặc phân tử hữu hạn [4]. Trong đó môi trường nửa không gian phía dưới được phân thành những phần tử nhỏ có diện tích $S_{i,j}$ và độ dẫn $\sigma_{i,j}(x, z)$. Hình 1 là mô hình nửa không gian phía dưới được chia thành lưới chữ nhật có diện tích $S_{i,j}$ và độ dẫn là $\sigma_{i,j}(x, z)$ theo phương pháp sai phân hữu hạn. Phương trình vi phân (I.1) với điều kiện biên (I.2) viết theo sơ đồ sai phân cho từng điểm (i, j) có dạng sau [4]:

$$C_L^{ij} \tilde{\phi}_{i-1,j} + C_R^{ij} \tilde{\phi}_{i+1,j} + C_T^{ij} \tilde{\phi}_{i,j-1} + C_B^{ij} \tilde{\phi}_{i,j+1} + C_P^{ij} \tilde{\phi}_{i,j} = \frac{I}{2} \delta(x_s) \delta(z_s) \tag{I.3}$$



Hình 1. Môi trường phân bố độ dẫn hai chiều được xấp xỉ thành những ô lưới hình chữ nhật $S_{i,j}$ có độ dẫn là $\sigma_{i,j}$.

Phương trình I.1 được viết cho từng điểm nút (i, j) thỏa mãn điều kiện biên I.2.

Trong đó: $C_L^{ij}, C_R^{ij}, C_T^{ij}, C_B^{ij}, C_P^{ij}$ là hệ số ghép giữa các điểm nút của lưới rời rạc; $\tilde{\phi}_{i,j}$ là phổ Fourier của hàm hết $\phi_{i,j}$.

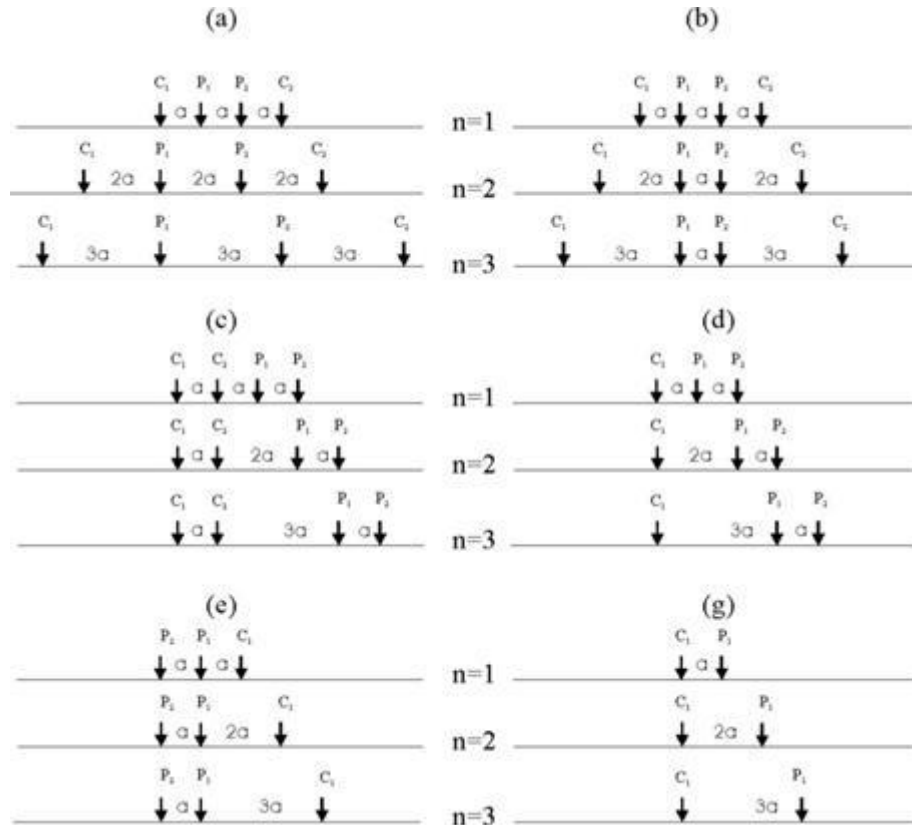
Giải phương trình (1.3) chúng ta nhận được hàm thế $\phi_{i,j}$ trên toàn bộ điểm nút của lưới rời rạc. Phương pháp MCĐTĐ được xây dựng trên cơ sở các hàm phân bố thế $\phi_{i,j}$ này.

2. Hệ điện cực đo của phương pháp MCĐTĐ

Phương pháp MCĐTĐ có các hệ cực đo khác nhau như Wenner, Wenner-Schlunbeger, Dipole-Pole, Pole-Pole... như trên Hình 2 [9, 11]. Các điện cực trên mỗi tuyến được bố trí cách đều nhau một khoảng a . Quá trình đo được tiến hành đo từ đầu đến cuối tuyến và khoảng mở được mở bằng số nguyên lần (n) của a . Thông thường $n = 6-8$. Trong các điều kiện địa hình, môi trường và yêu cầu kỹ thuật cụ thể người ta sẽ sử dụng hệ điện cực này hay hệ điện cực kia [11].

3. Phân tích số liệu

Phân tích số liệu đo MCDTĐ được tiến hành bằng phương pháp giải bài toán ngược [3, 8, 9, 10, 11, 12, 15]. Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng phần mềm thương mại Res2Dinv [9] để phân tích số liệu đo. Kết quả phân tích ngược là mặt cắt phân bố điện trở suất của môi trường phía dưới. Đây là cơ sở để chúng ta xác định một cách định lượng vị trí các vùng có khả năng tồn tại đứt gãy, hang hốc karst, ranh giới các lớp, các đới rỗng, thấm nước,...



Hình 2. Hệ điện cực đo MCDTĐ; (a) hệ cực Wenner; (b) hệ điện cực Wenner-Schlumberger; (c) hệ điện cực Dipole-Dipole; (d) hệ điện cực Pole-Dipole; (e) hệ điện cực Dipole-Pole và (g) hệ điện cực Pole-Pole [9].

III. CƠ SỞ ĐỊA CHẤT - ĐỊA VẬT LÝ CỦA PHƯƠNG PHÁP MCDTĐ

Chúng ta thấy rằng những khu vực xây dựng đập nước trên vùng cao thường có cấu trúc hai chiều chạy dọc theo dòng sông suối hay thung lũng. Mặt cắt địa chất có dạng cấu trúc tương đối đặc trưng như sau:

+ Lớp phủ: Trên hầu hết các mặt cắt qua các vùng xây đập đều có lớp phủ bao gồm các vật liệu phong hóa là những lớp sét, á sét khô, bờ rời (các lớp này thường nằm ở khu vực sườn đồi đến đỉnh đồi), các lớp sét lẫn dăm sạn, cuội sỏi (lớp này thường thấy ở khu vực dưới thung lũng, lòng suối). Các lớp trong tầng phủ này nhiều chỗ không liên tục trên toàn bộ khu vực. Vào mùa mưa, tầng cuội sỏi và dăm sạn thường là tầng có nước. Vào mùa khô, tầng này hầu như không còn nước. Thông thường các lớp này vào mùa khô đều có điện trở suất rất cao từ vài trăm đến hàng nghìn Ωm .

+ Lớp thứ hai, lớp phong hóa yếu: Nằm dưới lớp phủ là một lớp phong hóa yếu, tại đây đất đá bị đập vỡ, hình thành những khe nứt, đôi chỗ các khe nứt này bị lấp nhét bởi các vật liệu á sét. Tầng này thường xuất hiện ở khu vực sườn đồi đến đỉnh đồi. Điện trở suất của tầng này thường cao hơn lớp trên và tương đối ổn định. Tuy nhiên, ở một số nơi do tầng này có độ ẩm cao nên điện trở suất của tầng này thấp hơn so với tầng phủ;

+ Tầng đá móng: Thường là tầng đá gốc rắn chắc, thành phần đá có thể là đá vôi, granit, cát kết, bột kết... Trong tầng đá móng này thường bị cắt phá bởi các hệ thống đứt gãy. Điện trở suất của tầng này thường cao từ vài trăm đến hàng nghìn Ω m. Ở khu vực lòng hồ nơi tầng đá móng bị phân cắt bởi hệ thống đứt gãy, nứt nẻ, hay các hang động karst thường có điện trở suất thấp hơn nhiều so với các lớp đá gốc rắn chắc xung quanh.

IV. CÁC KẾT QUẢ ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP MCĐTĐ

1. Khảo sát nền móng đập Tân Giang II- Ninh Thuận

Vùng khảo sát nằm trên địa bàn xã Phước Hà, huyện Ninh Phước, tỉnh Ninh Thuận, cách đập Tân Giang cũ khoảng 1 km về phía thượng nguồn. Tuyến khảo sát có phương á kinh tuyến, cắt ngang qua suối với chiều dài trung bình mỗi tuyến khoảng 1100 m. Địa hình trên tuyến dốc, có độ cao từ 194 - 112 m so với mực nước biển. Mặt cắt địa chất khảo sát ở khu vực này gồm hai lớp: Phần đá móng chủ yếu là đá granit, đôi chỗ bị cắt phá bởi đá magma đặc sít. Một số chỗ đá móng granit và đá magma lộ ra trên mặt. Phủ trên đá granit là lớp phong hóa gồm đá tảng, cát, sạn đôi chỗ có lớp á bột. Lớp đất phủ này rất khô do vậy điều kiện tiếp địa kém.

Nhiệm vụ đặt ra cho phương pháp MCĐTĐ là xác định cấu trúc nền móng của tuyến dự kiến xây đập, với chiều sâu khảo sát khoảng 30-40 m. Trên cơ sở đặc điểm địa chất và điều kiện tiếp đất, hệ điện cực Wenner-Schlumberger được sử dụng với các thông số sau: Khoảng cách đều $a = 20$ m, khoảng mở $n_{\max} = 8$ và tổng số điện cực trên một tuyến là 58 điện cực. Tổng số tuyến đo là ba tuyến và tuyến cách tuyến 30 m: Tuyến 01 nằm ở vị trí tim đập, tuyến 02 cách tuyến tim đập 30 m về phía thượng lưu, tuyến 03 cách tuyến tim đập 30 m về phía hạ lưu.

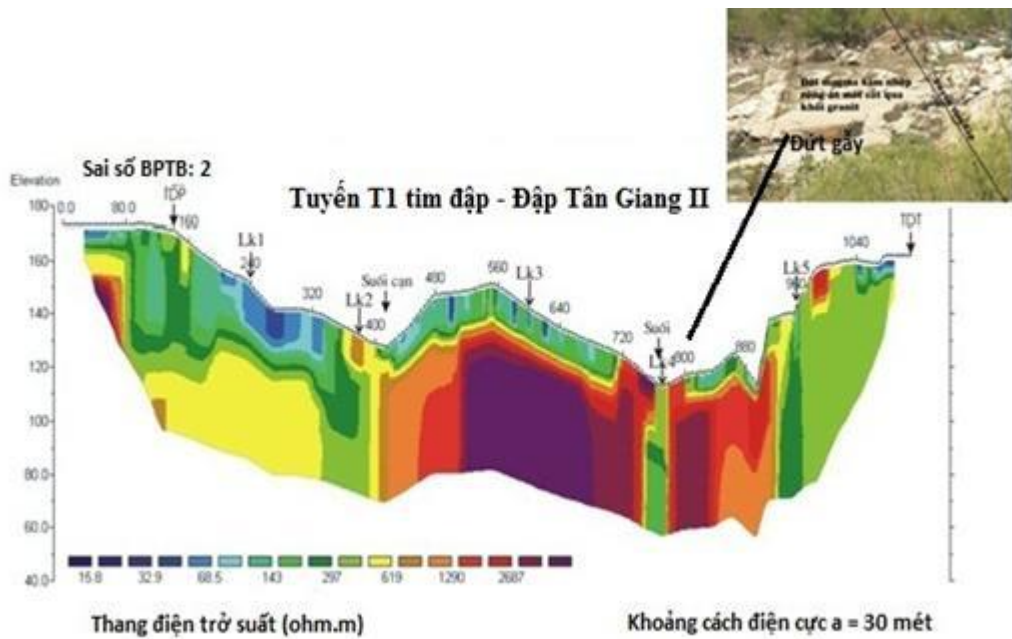
Kết quả phân tích định lượng các tuyến đo này cho phép chúng ta xây dựng được các mặt cắt cấu trúc địa chất chi tiết cho khu vực dự định xây đập. Hình 3 là kết quả phân tích của tuyến đo ở tim đập với đặc điểm mặt cắt cấu trúc như sau:

- *Đoạn đầu tuyến từ 0 - 350 m:* Tại đây mặt cắt địa điện từ trên xuống được phân ra làm hai phần rất rõ rệt. Phần phía trên của mặt cắt có điện trở suất thấp, thay đổi trong khoảng rộng từ 60 - 140 Ω m, đôi chỗ trên mặt có điện trở suất cao đến 300-600 Ω m hoặc thấp đến 20-30 Ω m. Chiều dày trung bình của lớp này trong khoảng từ 15-20 m. Phần phía dưới của mặt cắt là lớp điện trở suất cao, có giá trị điện trở suất khoảng 600 Ω m.

Ngoài ra, ngăn cách giữa hai lớp điện trở suất này là lớp điện trở suất trung gian, có chiều dày mỏng, giá trị điện trở suất thay đổi trong khoảng từ 200-300 Ω m.

- *Đoạn trung tâm của tuyến từ 410 - 920 m:* Đoạn này có điện trở suất cao nhất trong tuyến. Phân cách giữa đoạn đầu tuyến và đoạn trung tâm này là một dải điện trở suất thấp (~ 300 Ω m) có chiều rộng khoảng 50 m. Từ trên xuống mặt cắt đoạn này cũng thể hiện cấu trúc có hai lớp rõ ràng: Phần trên của mặt cắt với chiều dày 7-10 m, có điện trở suất thấp, giá trị thay đổi trong khoảng từ 60 - 140 Ω m. Tại khu vực từ 720 - 800 m (khu vực suối cắt qua) vắng mặt lớp điện trở suất thấp này, thay vào đó là khối điện trở suất rất cao 1500 - 2500 Ω m. Phần dưới của mặt cắt là lớp điện trở suất cao có giá trị từ 1300 - 3000 Ω m. Giá trị điện trở suất chủ yếu thay đổi theo phương ngang. Đặc biệt tại khu vực từ 750 đến 780 m xuất hiện một dải điện trở suất thấp (220 - 350 Ω m), thẳng đứng, cắt ngang qua lớp này tạo thành một ranh giới thẳng đứng phân lớp này thành hai phần. Trên thực địa chúng ta quan sát được đới này trùng với một đới magma có chiều rộng khoảng 40 m (xem Hình 3).

- *Đoạn cuối tuyến từ 920 - 1100 m:* Đoạn này có giá trị điện trở suất tương đối đồng nhất (250 - 300 Ω m). Đoạn này không phát hiện được ranh giới ngang phân chia giữa lớp trên và lớp dưới như đoạn đầu tuyến và đoạn trung tâm.



Hình 3. Mặt cắt cấu trúc địa điện tuyến tim đập. Chiều dày các lớp, vị trí bề rộng của các đới đứt gãy đã được xác định trên mặt cắt địa điện. Tại khu vực LK4 kết quả đo điện và quan sát trên thực địa hoàn toàn phù hợp nhau, ở đây xuất hiện một đới magma có chiều rộng 40 m tương ứng với khối điện trở suất 220-350 Ωm .

Từ các kết quả phân tích và liên kết với các đặc điểm địa chất của vùng nghiên cứu có thể luận giải địa chất như sau:

- Lớp trên cùng của mặt cắt có điện trở suất trung bình từ 60 - 200 Ωm tương ứng với lớp phong hóa của đá gốc granit, bột kết, cát kết hoặc magma. Đôi chỗ lớp này có điện trở suất cao thường liên quan đến các khối đá granit hoặc xâm nhập bị phong hóa yếu, điều kiện độ ẩm thấp. Một vài địa điểm có điện trở suất thấp từ 15 - 30 Ωm thường liên quan đến các nơi có độ phong hóa mạnh và ở rìa suối có độ ẩm cao.

- Lớp dưới có điện trở suất cao từ 1000 - 3200 Ωm có thể liên quan đến các khối đá gốc granit rắn chắc. Các dải điện trở suất thấp cắt qua các khối này có thể liên quan đến các đới đá gốc bị đập vỡ do đứt gãy cắt qua, đới magma cắt qua đá granit hoặc ranh giới tiếp xúc của các loại đá có thành phần chất khác.

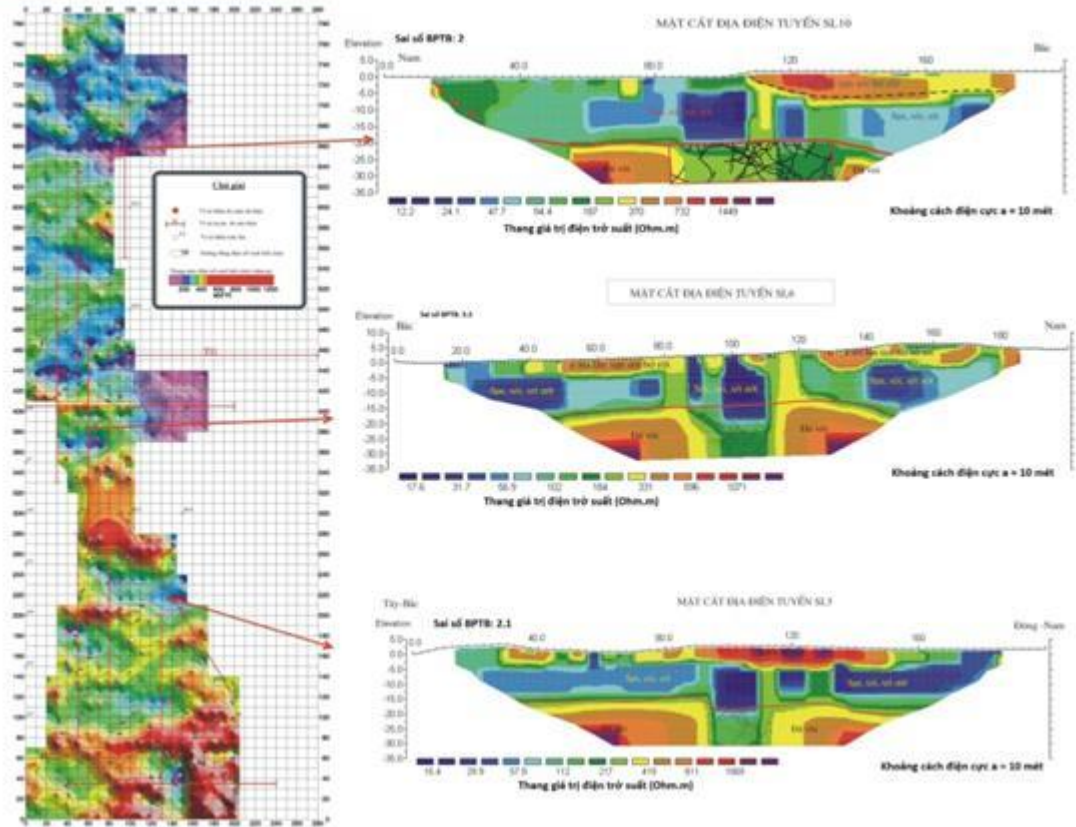
2. Khảo sát vị trí mất nước của lòng hồ chứa nước Chiềng Cọ - Sơn La

Vùng nghiên cứu là một hồ chứa nước thuộc xã Chiềng Cọ, cách thị xã Sơn La 3 km về phía tây bắc. Khu vực hồ chứa nước nằm trên địa hình một dòng suối chạy dài theo hướng bắc - nam có chiều dài khoảng 800 m và chiều rộng từ 240-100 m với tổng diện tích khảo sát khoảng 100.000 m². Địa hình lòng suối tương đối bằng phẳng. Bên hữu ngạn dòng suối là địa hình đá vôi dốc đứng, phần tả ngạn là địa hình đồi đất thoải. Hiện tại về mùa khô, con suối này hoàn toàn không có nước. Vào mùa mưa nước đầy hồ, nhưng chỉ trong một thời gian ngắn là toàn bộ nước bị thoát hết. Kết quả khảo sát xung quanh khu vực hồ chứa cho thấy đặc điểm địa tầng của khu vực được khái quát như sau: tầng phủ gồm ba lớp, lớp trên cùng là lớp sét, á sét khô, bờ rời, lớp thứ hai là lớp sét lẫn dăm sạn, cuội sỏi và lớp thứ 3 là lớp sét. Các kết quả quan sát trên mặt cho thấy các lớp trong tầng phủ nhiều chỗ không liên tục trên toàn bộ khu vực. Về mùa mưa tầng cuội sỏi và dăm sạn là tầng chứa nước, mùa khô tầng này không có nước. Nằm dưới tầng phủ là lớp đá vôi bị phong hoá yếu. Cuối cùng là lớp đá móng rắn chắc, thành phần chủ yếu là đá vôi, nhiều vùng có xuất hiện các đá xâm nhập.

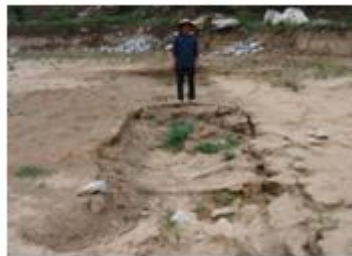
Yêu cầu đặt ra là khảo sát toàn bộ vùng lòng hồ để xác định chính xác vị trí và chiều sâu của các đới nứt nẻ, hang hốc. Để đáp ứng được các yêu cầu đặt ra, hệ phương pháp đo đạc được sử dụng gồm: Phương pháp đo mặt cắt điện gradient với kích thước hệ cực được sử dụng với $AB/2 = 105$ m, vùng đo thể gradien ở trong khoảng giữa bằng $1/3$ kích thước AB. Lưới đo được bố trí đều trong toàn bộ diện tích lòng hồ với điểm cách điểm 10 m, với tổng số điểm đo mặt cắt là 986 điểm. Từ các kết quả đo này cho phép ta xây dựng được sơ đồ điện trở suất biểu kiến (ĐTTSBK) của toàn bộ khu vực lòng hồ tương ứng với độ sâu khoảng từ 25 đến 30 m (Hình 4). Trên Hình 4 chúng ta thấy giá trị ĐTTSBK trung bình của vùng trong khoảng 300-400 Ω m. Đây có thể được gọi là giá trị ĐTTSBK “bình thường” của tầng đá móng, còn những khu vực có giá trị nhỏ hơn 300 Ω m có thể được coi là khu vực dị thường. Từ tiêu chí này chúng ta xác định được 11 vị trí có giá trị điện trở suất nhỏ bất thường, có khả năng liên quan đến nứt nẻ/karst. Tại 11 vị trí này chúng ta thiết kế đo MCĐTĐ bằng hệ điện cực Dipole-Dipole với $a=10$ m và $n=8$. Kết quả phân tích các tuyến đo đã cho ta được bức tranh khá rõ về cấu trúc địa chất ở phía dưới của mặt cắt. Có thể thấy cấu trúc chung của mặt cắt địa chất ở vùng này như sau: Lớp trên cùng có điện trở suất rất cao từ 200 đến 600 Ω m, phủ không liên tục trên toàn bộ vùng nghiên cứu, nhiều nơi vắng mặt lớp này. Lớp này tương ứng với lớp á sét khô hoặc cuội sỏi lẫn sét khô, chiều dày thay đổi từ vài mét đến 7 m. Lớp thứ hai, nằm dưới lớp thứ nhất có điện trở suất nhỏ thay đổi từ 15 đến 60 Ω m. Lớp này xuất hiện trên hầu hết 11 tuyến đo. Chiều dày lớp thay đổi từ vài mét đến hơn 15 m. Liên kết với địa tầng đã biết trong vùng thì lớp này có thể là lớp sét lẫn cát cuội sỏi ngậm nước. Lớp thứ ba, nằm dưới lớp thứ hai, có điện phân bố không đồng đều (một số mặt cắt không gặp) điện trở suất thay đổi từ 90 - 220 Ω m. Chiều dày thay đổi từ vài mét đến 7-8 m. Lớp này có thể tương ứng với lớp đá vôi nứt nẻ phong hoá yếu. Phần cuối cùng của mặt cắt là lớp có điện trở suất cao từ 500-700 Ω m đến hàng nghìn Ω m, phân bố trên toàn bộ mặt cắt. Trong lớp điện trở suất cao này, tồn tại những khối điện trở suất thấp 250-300 Ω m. Theo phân tích của chúng tôi thì lớp điện trở suất cao này tương ứng với lớp đá vôi rắn chắc và các khối điện trở suất thấp này tương ứng với khu vực đá vôi nứt nẻ, hang hốc bị lấp nhét bởi cát sạn sét chứa nước.

Trong số 11 tuyến đo đã phát hiện được 10 tuyến trong đá móng có tồn tại các khối điện trở suất thấp này. Từ các kết quả phân tích này cho phép chúng ta xây dựng được sơ đồ phân bố các khu vực nền đá gốc bị nứt nẻ, hang hốc có khả năng gây mất nước trong lòng hồ như trên Hình 4 (được kí hiệu từ C2-C10). Các kết quả nêu trên đã được xác nhận ở hai vị trí trên thực địa. Các hố sụt và vết nứt được quan sát rõ trên thực địa ở vùng C10. Tại đây chúng ta quan sát được một hố sụt có chiều rộng khoảng 1,5 m và chiều dài khoảng 3 m và một vết nứt lớn chạy dài khoảng 5 m được hình thành sau một trận mưa to (xem Hình 5).

THIẾT DỒ ĐẶNG ĐIỆN TRỞ SUẤT BIỂU KIẾN AN/2 - 210 MÉT
VÀ PHÂN BỐ TUYẾN DO SÂU ĐIỆN KHU VỰC HỒ



Hình 4. Phân bố điện trở suất ở lòng hồ theo diện (a) và theo chiều sâu (b, c, d). Tại những khu vực lòng hồ bị nứt nẻ, karst giá trị điện trở suất thấp.

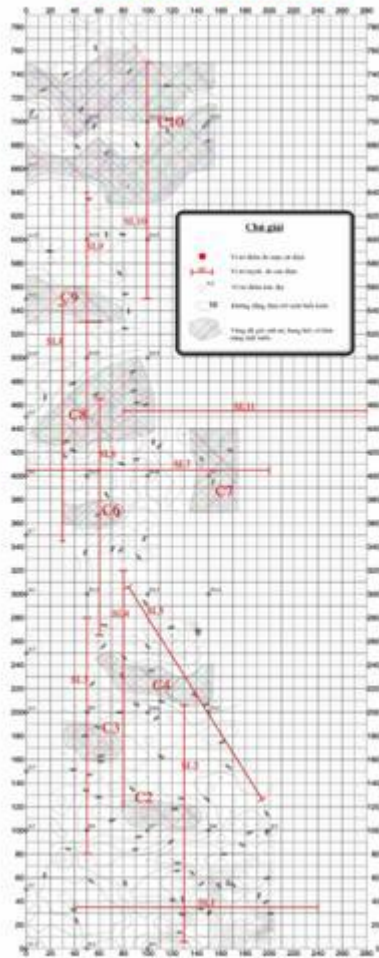


Hố sụt quan sát được tại vùng C10.



Vết nứt quan sát được tại vùng C10.

**SƠ ĐỒ PHÂN BỐ VÙNG ĐÁ GỐC NỨT NẸ, HANG HỐC
CÓ KHẢ NĂNG GÂY MẤT NƯỚC**



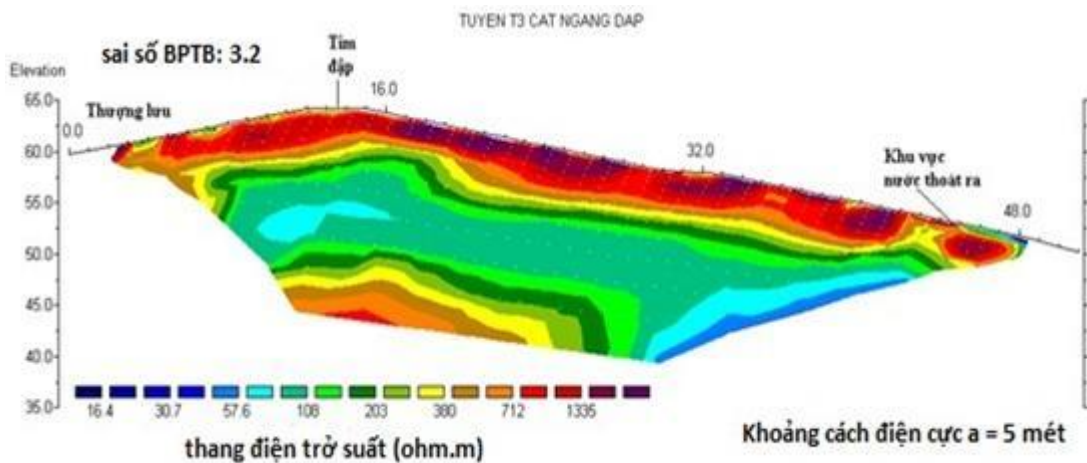
Hình 5. Sơ đồ phân bố vùng đá gốc nứt nẻ, hang hốc có khả năng gây mất nước (các vùng có khả năng gây mất nước được ký hiệu từ C2-C10). Ảnh bên là hố sụt và nứt nẻ quan sát được ở vùng C10.

3. Kiểm tra chống thấm đập Khuân Cát - Lạng Sơn

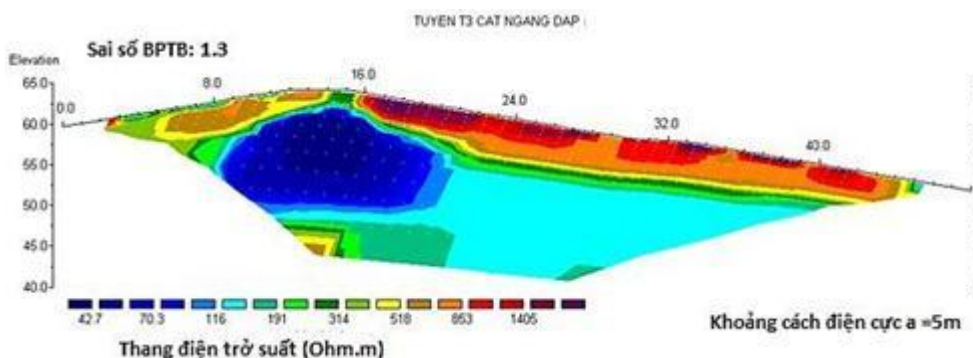
Đập Khuân Cát - Lạng Sơn, là đập hồ chứa nước phục vụ cho mục đích tưới tiêu và sinh hoạt của các hộ dân xung quanh vùng này. Đây là một đập đất có chiều dài khoảng 60 m và chiều cao của đập 20 m. Đập được sử dụng lâu năm và hiện tại có sự rò rỉ nước qua thân đập, gây xói lở thân đập và có nguy cơ làm vỡ đập. Để xử lý hiện tượng rò rỉ qua thân đập, Viện Thủy Công đã sử dụng công nghệ khoan phụt cao áp (Jet Grouting) để chống thấm thân đập. Công nghệ khoan phụt cao áp cho phép trộn trực tiếp xi măng với đất sét trong thân đập để tạo thành bức tường bê tông có chiều dày 45-60 cm và chiều cao từ mặt đập đến đáy đập. Bức tường này có tác dụng làm cho đập có khả năng cách nước hoàn toàn. Nhiệm vụ đặt ra đối với phương pháp MCDTĐ là kiểm tra tình trạng thấm của đập trước và sau khi chống thấm. Để thực hiện nhiệm vụ này chúng tôi tiến hành đo thành hai đợt. Đợt một đo trước lúc chống thấm: đợt này đo để kiểm tra hiện trạng của đập bị thấm như thế nào và đâu là vùng thấm nhiều nhất, đồng thời lấy đó làm cơ sở để so sánh trước và sau khi xử lý thấm. Đợt hai đo sau khi chống thấm để kiểm tra hiện trạng của đập sau khi xử lý thấm. Do tuyến đo ngắn, độ sâu nghiên cứu đòi hỏi đến 20-25 m, do vậy hệ điện cực đo phù hợp nhất ở đây là hệ điện cực Dipole-Pole với khoảng cách giữa các điện cực là 3 mét. Hệ điện cực này cho độ sâu thăm dò sâu và tín hiệu đo ổn định. Các tuyến đo được thiết kế gồm các tuyến đo dọc theo thân đập. Phân tích sơ bộ các tuyến đo dọc theo thân đập để phát hiện ra những đoạn xung yếu nhất. Sau đó thiết kế các tuyến đo cắt ngang qua thân đập tại vùng xung yếu đó.

Hình 6 là kết quả phân tích mặt cắt cấu trúc địa điện của tuyến T3 đo cắt ngang qua thân đập tại vùng xung yếu nhất. Cấu trúc địa điện của mặt cắt gồm lớp trên cùng có lớp điện trở suất rất cao (700-1200 Ωm) với chiều dày khoảng 2 m, tiếp đến là lớp điện trở suất thấp (60-100 Ωm), dưới lớp điện trở suất thấp này là lớp điện trở suất cao (300-700 Ωm). Theo kết quả khảo sát trên hiện trường chúng tôi phát hiện thấy nước thoát ra ở phần cuối chân đập (đoạn từ 42-44 m trên Hình 6). Tại nơi này, trên mặt cắt điện trở suất chúng ta thấy lớp điện trở suất cao trên mặt có điện trở suất giảm hẳn so với xung quanh. Đây là vùng nước thoát ra đã làm cho điện trở suất ở đây giảm đi. Do sự thoát nước này có thể là nguyên nhân gây cho phần cuối của mặt cắt (tương ứng với phần chân đập) điện trở suất của lớp thứ hai tại đây cũng thấp hơn so với phần phía trên của đập.

Hình 7 là tuyến đo trùng với tuyến T3, thực hiện sau khi đã xử lý xong việc chống thấm cho đập được một tuần. Kết quả cho thấy, mặt cắt điện trở suất có sự khác hẳn so với trước lúc xử lý thấm. Lớp trên cùng ở phần mái đập phía hạ lưu điện trở suất cao hơn (~100 Ωm) và ổn định hơn so với mặt cắt trước lúc xử lý thấm. Khối điện trở suất thấp ở lớp này không còn xuất hiện nữa. Lớp thứ 2 được thay bằng một lớp điện trở suất cao hơn trước đó (~50 Ωm) và đồng nhất. Điều này chứng tỏ phần thân đập phía hạ lưu đã không còn bị ảnh hưởng nước thấm qua nữa. Chúng ta chỉ thấy ở khu vực tim đập xuất hiện một khối điện trở suất thấp, đây là do ảnh hưởng của việc bơm phụt xi măng xuống đập để tạo ra bức tường bê tông đất.



Hình 6. Mặt cắt địa điện cắt ngang qua đập khi chưa tiến hành xử lý chống thấm.



Hình 7. Mặt cắt địa điện cắt ngang qua thân đập sau khi chống thấm được hai tuần.

V. KẾT LUẬN

Phương pháp đo MCĐTĐ đã giải quyết tốt các nhiệm vụ liên quan đến khảo sát nền móng đập, rò rỉ lòng hồ và thân đập. Kết quả của phương pháp cho phép xây dựng được các mặt cắt cấu trúc có độ chi tiết và chính xác cao, các đối tượng địa chất có thể phát hiện và xác định được là ranh giới giữa lớp phủ và đá gốc, hệ thống đứt gãy, nứt nẻ, magma hay hang hốc ngầm trong đá gốc và giám sát chống thấm thân đập. Phương pháp MCĐTĐ là phương pháp có hiệu quả sử dụng cao và dễ triển khai trong điều kiện rừng núi, địa hình phức tạp. Việc điều tra khảo sát các hồ chứa nước, giám sát các đập chứa và nghiên cứu trượt lở đất là những đối tượng thích hợp để có thể áp dụng phương pháp này ở Việt Nam.

VĂN LIỆU

- 1. Batayneh A.T., Abdallah S.A.Z., Abdelruhman A.A., 2001.** Geophysical investigations for the location of a proposed dam in Al Bishriyya (Al Aritayn) area, northeast Badia of Jordan. *Environmental Geology* 40, 918-922.
- 2. Bronner N., Fagerström H., Stille H., 1988.** Bedrock cracks as a possible cause of leakage in two Swedish dams. *Procs. International Commission on Large Dams (ICOLD), 16th Congress, San Fransisco. Q.61, R.55.*
- 3. Dahlin T., 1996.** 2D resistivity surveying for environmental and engineering applications. *First Break*, 14, 275-284.
- 4. Dey A., and Morrison H., 1979.** Resistivity modelling for arbitrarily shaped two-dimensional structures. *Geophys Prospect* 27:106-136.
- 5. Drahor M.G., Göktürkler G., Berge M.A., Özgür Kurtulmuş T., 2006.** Application of electrical resistivity tomography technique for investigation of landslides: a case from Turkey. *Environmental Geology* 50, 147-155.
- 6. Lapenna V., Lorenzo P., Perrone A., Piscitelli S., Rizzo E., Sdao F., 2004.** 2D electrical resistivity imaging of some complex landslides in the Lucanian Apennine chain, southern Italy. *Geophysics* 70, B11-B18.
- 7. Lee C.C., Yang C.H., Liu H.C., Wen K.L., Wang Z.B., Chen Y.J., 2008.** A Study of the hydrogeological environment of the lishan landslide area using resistivity image profiling and borehole data. *Engineering Geology* 98, 115-125.
- 8. Loke M.H., Barker R.D., 1996.** Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections by a quasi-Newton method. *Geophysical Prospecting* 44, 499-524.
- 9. Loke M.H., 2003.** Tutorial: 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys. www.geoelectrical.com.
- 10. Loke M.H., and Dahlin T., 2002.** A comparison of the Gauss-Newton and quasi-Newton methods in resistivity imaging inversion. *Journal of Applied Geophysics*, 49, 149-162.
- 11. Nguyễn Như Trung, 1999.** Quy trình thực địa và phân tích số liệu đo sâu điện trở hai chiều (2D). *TC Các khoa học về Trái đất*, T21/4 : 254-262.
- 12. Nguyễn Như Trung, 2001.** Đo sâu điện trở 2D-3D trong nghiên cứu môi trường bất đồng nhất ngang. *Tuyển tập các công trình khoa học Đại học Mở -Địa chất*, số 35, trang 78-88.
- 13. Sjudahl P., Dahlin T., Zhou B., 2006.** 2.5D resistivity modeling of embankment dams to assess influences from geometry and material properties. *Geophysics*. 71, G107.

14. Sjö Dahl P., Dahlin T., Johansson S., Loke M.H., 2008. Resistivity monitoring for leakage and internal erosion detection at Hällby embankment dam. *Journal of Applied Geophysics*, 65, 155-164.

15. Zhdanov M.S., and George Keller, 1994. The Geoelectrical Methods in Geophysical Exploration. *Methods in Geochemistry and Geophysics*, 31, Elsevier, Amsterdam - London - New York - Tokyo.