

NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ TÌM TỔ MỐI VÀ ẨN HOẠ TRONG ĐÊ, ĐẬP BẰNG THIẾT BỊ RAĐA ĐẤT

TRINH VĂN HẠNH¹, NGÔ TRÍ CÔP²,
PHẠM VĂN ĐỘNG³, ĐỖ ANH CHUNG⁴,
ĐÀO VĂN HUNG⁵, NGUYỄN VĂN LỢI⁶
BÙI ĐẮC DŨNG⁷

Tóm tắt: Công nghệ radar đất được đánh giá là một phương pháp tiên tiến nhất hiện nay trong việc thăm dò, khảo sát các đối tượng nông trong lòng đất với độ phân giải và độ chính xác cao. Phát triển công nghệ này bằng cách thiết lập mô hình ẩn họa, chọn lựa các tham số cài đặt thích hợp để đo và sử dụng các giải pháp của phần mềm Radan for Windows, để xử lý số liệu đo nhằm hiển thị rõ nhất "ảnh" của đối tượng. Từ đó ứng dụng để phát hiện ẩn họa tương tự ở hiện trường đê, đập là nội dung chính của bài viết này.

1. Sự cần thiết

Nước ta có hệ thống đê sông với hơn 5.000 km và hàng nghìn đập hồ chứa lớn, nhỏ. Trong quá trình vận hành, sử dụng đã phát hiện nhiều sự cố liên quan đến an toàn của chúng vào mùa mưa lũ. Hơn nữa trong thân đê, đập còn nhiều loại ẩn họa tiềm tàng chưa thể phát hiện kịp thời bằng cách quan trắc, theo dõi thông thường. Nhiều phương pháp nghiên cứu thăm dò, phát hiện ẩn họa cho đê, đập đã được thử nghiệm như: phương pháp điện hướng cực, phương pháp phóng xạ, phương pháp chấn âm... Tuy có thu được một số kết quả nhất định, nhưng các phương pháp nói trên vẫn còn hạn chế chung là độ chính xác chưa cao, năng suất thăm dò khó đáp ứng được yêu cầu thực tế.

Phương pháp radar địa thám được đánh giá là một phương pháp tiên tiến nhất hiện nay trong việc thăm dò, khảo sát các đối tượng ngầm dưới mặt đất một cách nhanh chóng với độ chính xác và độ phân giải cao. Ở các nước phát triển, nó được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau như: địa chất thủy văn, địa chất công trình, khảo cổ, nghiên cứu môi trường v.v. [1,2]. Để xác định các loại dị thường trong lòng đất.

Một số nghiên cứu ở nước ta gần đây mới chỉ là những tiếp cận ban đầu hoặc tìm hiểu và ứng dụng thử nghiệm có tính chất định tính công nghệ này. Để có được các kết quả định lượng

1, 2, 3, 4, 5, 6. Viện Khoa học Thủy lợi.

7. Viện Khoa học Kỹ thuật hạt nhân.

cho mỗi đối tượng ẩn hoạ, nhất là các ẩn hoạ trong đê, đập cần thiết phải nghiên cứu phát triển công nghệ radar đất cho từng loại đối tượng cụ thể [5].

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là tổ mối, hang rỗng, hang xói ngầm, các khối vật liệu bất đồng nhất và vùng thấm ở thân đê, đập.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thiết bị radar SIR-10B và phần mềm xử lý số liệu Radan for Windows là hệ thiết bị và phần mềm đa năng, có thể xác định nhiều đối tượng - dị thường trong lòng đất. Tuy nhiên, để nghiên cứu ứng dụng nó cho mỗi đối tượng cụ thể nói trên, chúng tôi đã áp dụng các phương pháp sau:

2.2.1. Nghiên cứu một số tính chất điện từ quan trọng của các loại vật liệu chứa đối tượng và bản thân đối tượng bằng cách lấy mẫu và phân tích trong phòng thí nghiệm kết hợp xác định trên hiện trường.

2.2.2. Thiết kế và xây dựng mô hình vật lý của mỗi đối tượng trên cơ sở phân tích các tính chất và cấu trúc đặc trưng của chúng. Trong mỗi mô hình, từng đối tượng lại được thiết lập với một số dạng có kích thước và độ sâu khác nhau.

2.2.3. Lựa chọn các tham số cài đặt, hệ ảnh ten, tuyến đo và tốc độ dịch chuyển ảnh ten thích hợp thông qua việc nhận diện “ảnh” của đối tượng trên giản đồ sóng hiển thị khi đo thiết bị trên mô hình.

2.2.4. Xử lý số liệu đo trên mô hình để nhận được dạng hiển thị rõ nhất cùng với tọa độ của đối tượng trên giản đồ sóng radar bằng các công cụ của phần mềm Radan for Windows và các môđun chuyên dụng khác.

2.2.5. Hiệu chỉnh các tham số cài đặt và hoàn chỉnh các kỹ thuật xử lý số liệu bằng cách đo thử nghiệm thiết bị trên đê, đập và khai đào kiểm tra thực tế.

3. Một số kết quả chính đạt được

3.1. Xác định hang rỗng và tổ mối trên mô hình

3.1.1. Mô hình các hang rỗng và tổ mối

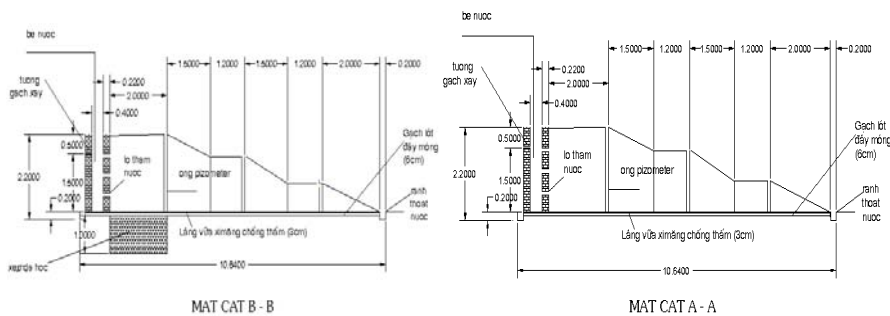
Mô hình xây dựng đảm bảo các yếu tố là: Gần giống tổ mối, hang rỗng trong môi trường tự nhiên, đa dạng về kích thước hình học, đa dạng về độ sâu chôn vùi. Với kích thước của khuôn viên có chiều dài 20 m, chúng tôi đã bố trí các mô hình hang rỗng và tổ mối có các tham số như trong Bảng 1.

Bảng 1

Thông số	Mô hình						
	Mh I	Mh II	Mh III	Mh IV	Mh V	Mh VI	Mh VII
Độ sâu (cm)	100	100	200	200	300	300	300
Đường kính (cm)	20	40	40	60	60	80	100

3.1.2. Mô hình các khối bất đồng nhất và đường thấm bão hoà

Nhằm xác định khả năng ứng dụng của radar trong khảo sát các khối bất đồng nhất và đường thấm bão hoà trong các loại vật liệu khác nhau, chúng tôi đã chọn bốn loại vật liệu đặc trưng để xây dựng mô hình, đó là sét, đất đồi, cát, và đá học.



Hình 1. Mô hình khối bất đồng nhất

Kích thước của các khối được tính toán sao cho có đủ số dải đo (scans) cần thiết trên mỗi khối. Chúng tôi đã tính được là mỗi khối bất đồng nhất phải có kích thước ít nhất là 2 m theo chiều kéo của ăng ten, và bề dày cũng ít nhất phải đạt được 1 m để có được độ phân dị theo chiều sâu. Trên cơ sở đó chúng tôi đã thiết kế mô hình các khối bất đồng nhất mô phỏng cho đê, đập.

3.1.3. Mô hình các hang xói ngầm

Chúng tôi đã chọn hang xói ngầm là các đường xói dưới các lớp bê tông và lớp lát đá được lấp đầy bằng các vật liệu thô như cát vàng và sỏi. Mô hình được xây dựng trên lớp đất đồi (đặc trưng cho vật liệu đắp đập) và có mặt nghiêng là 1/3. Lớp bê tông trên mặt và mái lát đá có chiều dày là 20cm.

Hang xói ngầm được thiết kế với các kích thước khác nhau nhằm nghiên cứu khả năng phát hiện kích thước tối thiểu có thể phát hiện được của phương pháp. Chúng tôi tính toán hang xói ngầm có kích thước tối thiểu là 0,15m và kích thước tối đa là 0,6m. Mô hình được xây dựng trên một mái đập có chiều cao là 1,4m, chiều rộng mặt là 5,2m.

3.2. Kết quả đo trên mô hình

Việc giải bài toán trên mô hình với các đối tượng đã biết trước vị trí, kích thước và các thông số vật lý không những giúp cho việc lựa chọn tối ưu các tham số cài đặt cho máy đo, mà còn là cơ sở để đưa ra các tham số thích hợp để xử lý và minh giải kết quả đo của thiết bị trong các môi trường địa chất và thời tiết khác nhau.

3.2.1. Kết quả đo trên mô hình các hang rỗng và tổ mối

Việc bố trí mạng lưới tuyến đo phụ thuộc chủ yếu vào hình dạng, kích thước của đối tượng cần khảo sát thăm dò và điều kiện thực địa. Đối với mô hình các hang rỗng và tổ mối, chúng tôi sử dụng mạng lưới tuyến đo khảo sát ô vuông. Khoảng cách giữa các tuyến đo phải nhỏ hơn kích thước ngang của đối tượng.

Các loại hình ăng ten 100, 200, 400 và 80 MHz có khả năng khoan định được các dị thường của hang rỗng, tổ mối qua 7 mô hình. Chiều sâu của dị thường trên giản đồ sóng radar quan sát đều tương ứng với độ sâu hang rỗng thiết kế.

3.2.2. Kết quả đo trên mô hình các khối bất đồng nhất và đường thấm bão hoà

Trên mô hình, sau khi bơm nước xác định ranh giới đường thấm bão hoà và hiệu thời gian giữa hai ranh giới nền và đường thấm bão hoà sẽ xác định được hằng số điện môi của môi trường khi bão hoà nước. Điều này rất có ý nghĩa đối với công tác thực địa khi ước lượng độ sâu nghiên cứu cho từng loại hình ăng ten đối với từng loại đất đắp đập.

3.2.3. Kết quả đo trên mô hình các hang xói ngầm

Mạng lưới tuyến đo trên mô hình các hang xói ngầm được bố trí dọc theo mái đập (cắt ngang qua mô hình) mỗi tuyến cách nhau 0,5m, đảm bảo qua các đoạn đại diện kích thước của mô hình.

Kết quả đo các hang xói ngầm trên mô hình bê tông lát mái bằng ăng ten 900, 400 MHz là rõ nét, các dị thường phản ánh đúng vị trí của từng đường xói ngầm. Đối với phân đá lát mái chỉ có ăng ten 200 MHz là có thể xác định được.

3.3. Một số kết quả thử nghiệm tại hiện trường

Kết quả thử nghiệm của chúng tôi trên các đoạn đê, đập cho thấy hai loại hình ăng ten 200 MHz và 400 MHz có thể phát hiện được các khoang của tổ mối nằm ở độ sâu đến 1m.

Một trong các thử nghiệm xác định khối bất đồng nhất trên các đập là kiểm tra các khu vực xung yếu của thân đập. Trên đập Đá Bàn thuộc tỉnh Khánh Hoà, tại mái đập phía hồ, khi xây dựng xong đã có hiện tượng nứt dọc theo thân đập. Hiện nay vết nứt này không thể nhận biết bằng mắt thường và để khoan định lại vết nứt chúng tôi đã thử nghiệm công nghệ radar trên một số tuyến đo. Kết quả thử nghiệm cho thấy hình thù của vết nứt này là khá rõ nét từ 2 đến 10 m dọc theo tuyến với độ sâu khoảng 3 m đến 5 m.

Một trong các thử nghiệm xác định hang xói ngầm của chúng tôi được thực hiện tại cống Bùng nằm trên hệ thống đê Bùng – Nghệ An. Hiện cống này đang bị xói ngầm mạnh dưới các lớp đá lát mái. Việc xác định đường xói ngầm dưới lớp mái lát đá của mái đê xung quanh cống có thể giúp cho việc đánh giá hiện trạng và mức độ rò rỉ của cống. Đã xác định được hang xói ngầm dưới lớp mái lát đá có độ sâu 0,5m và là hang xói ngầm rất lớn.

4. Kết luận

4.1. Với hệ thiết bị radar địa thám SIR-10B, việc lựa chọn loại hình ăng ten phụ thuộc vào kích thước và vị trí (độ sâu) của đối tượng cần nghiên cứu. Các đối tượng có độ sâu <1m có thể nghiên cứu bằng các loại hình ăng ten 900 và 400 MHz. Các đối tượng có độ sâu từ 1 đến 3m có thể nghiên cứu bằng các loại hình ăng ten 200 và 100 MHz. Còn các đối tượng có độ sâu > 3m có thể nghiên cứu bằng các loại hình ăng ten 100 MHz và bộ ăng ten tần số thấp 80-16,5 MHz.

4.2. Việc lựa chọn các tham số cài đặt cho máy đo phụ thuộc vào điều kiện môi trường địa chất. Tham số quan trọng nhất cần xác định là hằng số điện môi của môi trường, vì qua đó ta có thể xác định được vận tốc truyền sóng, có liên quan chặt chẽ đến việc xác định dải đo cũng như tiện cho việc giải thích kết quả đo sau này. Hằng số điện môi có thể xác định nhờ vào các đối tượng đã biết trước độ sâu, hoặc ước lượng từ các môi trường tương tự đã biết.

4.3. Các số liệu đo phải được xử lý bằng phần mềm chuyên dụng Radan for Windows. Ngoài các bước xử lý thông thường thì tùy thuộc vào mục đích cụ thể để sử dụng các phép xử lý chuyên dụng khác. Đối với bài toán tìm các dị thường dạng điểm (tổ mối, hang rỗng, hang xói ngầm) có thể sử dụng các bộ lọc ngang thông dải tần cao, hoặc các phép dịch chuyển và các hàm toán. Trong nghiên cứu các loại dị thường diện rộng như việc nghiên cứu các khối bất đồng nhất hay việc xác định đường thấm bão hoà thì có thể sử dụng các bộ lọc ngang thông dải tần thấp. Đối với việc khoanh định các ranh giới địa tầng có kích thước nhỏ hay các đối tượng nhỏ như tổ mối, hang xói ngầm... đòi hỏi có độ chính xác cao cần phải có những bước xử lý tiếp theo bằng cách sử dụng các môđun chuyên dụng: môđun 3D, môđun vận tốc và môđun xác định ranh giới địa tầng.

4.5. Các kết quả triển khai thử nghiệm trên đê và đập cho thấy phương pháp radar địa thám hoàn toàn có thể đáp ứng được các nhu cầu nghiên cứu phát hiện các đối tượng như tổ mối, hang rỗng, hang xói ngầm, các khối bất đồng nhất cũng như các đường thấm bão hoà, phục vụ cho công tác bảo vệ đê, đập và phòng ngừa thiên tai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Geophysical Survey Systems, Inc., 1998. SIR-System 10B Manual.
- [2] Ngô Trí Côi và nkk: "Nghiên cứu ứng dụng chương trình phần mềm Radar đất dò tìm khuyết tật (lưu ý tổ mối) trong đê, đập", Báo cáo kết quả nghiên cứu đề tài cấp Bộ, 2001.
- [3] Nguyễn Văn Giảng, Ngô Trí Côi và nkk: "Đánh giá hiện trạng đê, đập miền Bắc bằng phương pháp Radar đất và các phương pháp địa vật lý khác", Thư viện Viện vật lý địa cầu, 1998.
- [4] Nguyễn Văn Giảng: "Điều tra cơ bản hiện trạng cống qua đê", Kết quả nghiên cứu đề tài cấp Bộ, 1999.
- [5] Trịnh Văn Hạnh và nkk: "Nghiên cứu phát triển công nghệ tìm tổ mối và ẩn hoạ ở đê, đập bằng thiết bị Radar đất", Báo cáo tổng kết khoa học của đề tài, 2004.

Summary

Nowadays Ground Penetrating Radar (GPR) has been assessed to be the most advanced technology for inspecting, detecting shallow objects under ground with the high discrimination and preciseness. This technology has been developed by estimating hidden danger model, selecting appropriate installation parameters to measure and utilize the approaches of software "Radan for Windows" for data process in order to display object's image most obviously. Thenceforth we can apply to discover similar hidden dangers in the dike and dam. That' s the key content of the article.