

Áp dụng phương pháp Rada đất để xác định “thoát không” dưới bê tông bản mặt đập Cửa Đạt

Đỗ Anh Chung¹, Nguyễn Văn Lợi¹, Vũ Đức Minh^{2,*}

¹Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình - Viện Khoa học Thủy Lợi Việt Nam

²Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 20 tháng 9 năm 2013

Chỉnh sửa ngày 25 tháng 10 năm 2013; chấp nhận đăng ngày 20 tháng 12 năm 2013

Tóm tắt: Trong các công trình thủy lợi nói chung, các đập đá đổ, bê tông bản mặt nói riêng, sau khi hồ tích nước giữa lớp bê tông bản mặt và đập đá đổ thường xuất hiện hiện tượng “thoát không”. Đây là hiện tượng tách các lớp vật liệu khác nhau giữa tấm bê tông bản mặt, lớp vữa lót và lớp đệm tạo ra khoảng rỗng có thể chứa nước hoặc không khí. Khi gặp hiện tượng này việc phân bố ứng suất và cơ chế làm việc của các tấm bê tông bản mặt sẽ bị ảnh hưởng và tác động đến khả năng chống thấm và tuổi thọ công trình. Bài báo giới thiệu một số kết quả mới thu được khi ứng dụng phương pháp Ra da đất để xác định nhanh hiện tượng “thoát không” dưới tấm bê tông bản mặt tại đập hồ chứa nước Cửa Đạt - huyện Thường Xuân - tỉnh Thanh Hóa.

Từ khóa: đập đá đổ, bê tông bản mặt, “thoát không”

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, đập đá đổ có bê tông bản mặt (Concrete Face Rockfill Dam - CFRD) là kết cấu đập đang được ứng dụng phổ biến trên thế giới. Đây là loại đập có tính an toàn cao, không kén chọn điều kiện địa hình địa chất, có thể thi công ở mọi điều kiện thời tiết, tận dụng được tối đa các loại đá thải loại đào từ hố móng tràn hoặc đường hầm tháo lũ, mang lại hiệu quả lớn về kinh tế và kỹ thuật [1].

Trong thời gian qua, ở Việt Nam đã xây dựng một số công trình thủy lợi có ứng dụng

công nghệ này như đập bê tông đầm lăn Sơn La, đập đá đổ có bê tông bản mặt Cửa Đạt, Thanh Hóa...

Trong thực tế, khi các đập này được đưa vào sử dụng, nhất là các đập có chiều cao lớn thường có sự biến dạng của thân đập như lún, chuyển vị... Mặt khác, bê tông bản mặt mặc dù được thiết kế có chiều dày mỏng, nhưng lại làm bằng bê tông cốt thép - đây là loại vật liệu cứng nên không thể uốn theo sự biến dạng của mặt thượng lưu, của thân đập, dẫn đến hiện tượng mất tiếp xúc giữa bê tông bản mặt và phần còn lại của thân đập. Kết quả là tạo ra khoảng trống giữa lớp dưới bê tông bản mặt và phần còn lại của thân đập, mà theo các nhà nghiên cứu của Trung Quốc gọi hiện tượng này là hiện tượng

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-914658586
E-mail: minhvd@vnu.edu.vn

“thoát không” [1, 2]. Chính vì lý do bản mặt mất tiếp xúc với thân đập nên dưới tác dụng của trọng lực bản thân lớp bê tông và nhất là áp lực nước làm cho lớp bê tông bản mặt dễ bị nứt nẻ dẫn đến rò rỉ, thấm lậu nước qua thân đập.

Vì vậy, việc xác định vị trí “thoát không” để xử lý là yêu cầu đặt ra đối với các công trình đập có cấu trúc bê tông bản mặt. Để xác định chính xác vị trí “thoát không” dưới những tấm bê tông, chúng tôi đã nghiên cứu sử dụng phương pháp Ra đa đất bằng thiết bị SIR System - 30 ở đập Cửa Đạt, Thường Xuân, Thanh Hóa.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên lý của phương pháp Ra đa đất

Phương pháp Ra đa đất (Ground Penetrating Radar - GPR) là một phương pháp Địa Vật lý hoạt động dựa trên nguyên lý của sự lan truyền sóng điện từ trong môi trường đất đá. Khi ăng ten phát ra sóng điện từ tần số cao từ $10^6 \div 10^9$ MHz, sóng này được lan truyền xuống môi trường đất đá. Khi sóng điện từ gặp các ranh giới vật chất có hằng số điện môi khác nhau nó sẽ bị tán xạ, khúc xạ hoặc phản xạ. Sóng phản xạ quay trở lại gặp mặt đất và được ăngten thu ghi lại. Tín hiệu của sóng phản xạ sẽ phản ánh những thông tin của môi trường địa chất phía dưới.

Độ sâu thăm thấu của phương pháp phụ thuộc vào tần số của ăng ten phát thu và tính chất vật lý của môi trường địa chất trong đó giá trị hằng số điện môi tương đối (ϵ_r) và độ dẫn điện (σ) là chủ yếu. Tần số càng cao, độ dẫn điện và hằng số điện môi càng lớn thì chiều sâu khảo sát càng nhỏ.

Tại những ranh giới giữa các tấm bê tông với lớp lót luôn luôn tồn tại mặt phản xạ sóng điện từ, với hệ số phản xạ được tính theo công thức sau:

$$R = \frac{\sqrt{\epsilon_1} - \sqrt{\epsilon_2}}{\sqrt{\epsilon_1} + \sqrt{\epsilon_2}}$$

trong đó: ϵ_1 - là hằng số điện môi tương đối của môi trường thứ nhất; ϵ_2 - là hằng số điện môi tương đối của môi trường thứ hai.

Như vậy ranh giới giữa các môi trường vật chất càng có sự khác biệt về giá trị hằng số điện môi thì áp dụng phương pháp Rada đất càng có hiệu quả. Bảng 1.1 là bảng tổng hợp hằng số điện môi của một số vật chất thường gặp trong tự nhiên.

Bảng 1. Hằng số điện môi của một số vật chất trong tự nhiên

Stt	Tên vật chất	Giá trị hằng số điện môi ϵ_r	Ghi chú
1	Không khí	1	
2	Đất khô	5	
3	Đất ướt	25	
4	Nước ngọt	81	
5	Đất bồi	5-30	
6	Đất sét	5-40	
7	Đá phiến sét	5-15	
8	Đá granit	4-6	
9	Đá vôi	4-8	
10	Cát khô	3-5	
11	Cát ướt	20-30	
12	Nước biển	80	

2.2. Thiết bị sử dụng

Để thực hiện nhiệm vụ đã đặt ra, chúng tôi sử dụng hệ thiết bị SIR-30 do Công ty GSSI của Mỹ sản xuất [3]. Thiết bị bao gồm một trạm máy chủ (Hình 1) và hệ thống ăngten có tần số từ 15MHz đến 900MHz. Việc lựa chọn các ăngten dựa vào hai yếu tố: Độ sâu nghiên cứu và độ phân giải của ăngten.



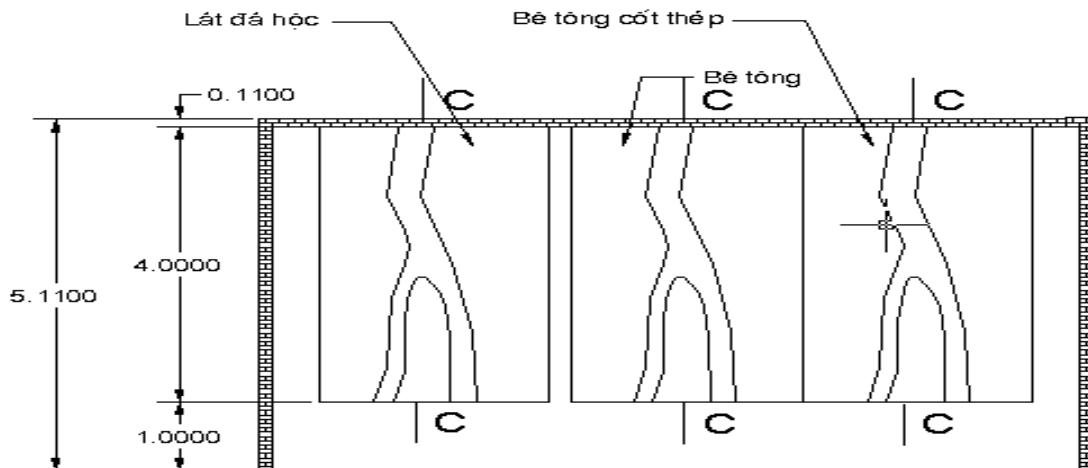
Hình 1. Hệ thiết bị Ra đa đất SIR-30.

Độ sâu của phương pháp phụ thuộc vào tần số của ăngten và giá trị hằng số điện môi của môi

trường đất đá. Với cùng một môi trường khảo sát ăngten có tần số càng thấp thì chiều sâu nghiên cứu càng lớn nhưng độ phân giải càng thấp, còn đối với ăngten tần số càng cao thì ngược lại.

2.3. Nghiên cứu thử nghiệm trên mô hình

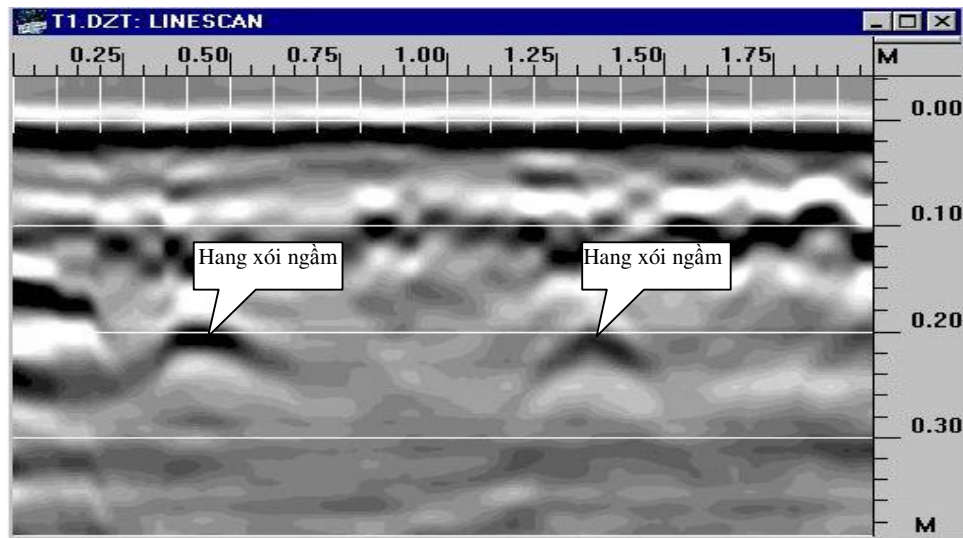
Dựa trên cơ sở tổng quan các kết quả nghiên cứu trên thế giới, kết hợp với điều kiện thực tế của các đập ở Việt Nam có vật liệu lát mái trên đập là bê tông, chúng tôi đã chọn và xây dựng mô hình nghiên cứu thử nghiệm trên lớp đất đồi (đặc trưng cho vật liệu đất đắp đập) và có hệ số mái là 1:3, các hang xói ngầm nằm dưới các lớp bê tông và lớp lát đá được lấp đầy bằng các vật liệu thô như cát vàng, sỏi.. Lớp bê tông cốt thép và bê tông không cốt thép có chiều dày là 20cm (hình 2).



Hình 2. Mô hình thiết kế hang xói ngầm nằm dưới lớp bê tông và đá lát mái.

Kết quả thử nghiệm trên mô hình nêu trên cho thấy, phương pháp Ra đa đất đã xác định được hang xói ngầm dưới lớp bê tông cốt thép

và bê tông không cốt thép với ăngten 900MHz (hình 3).



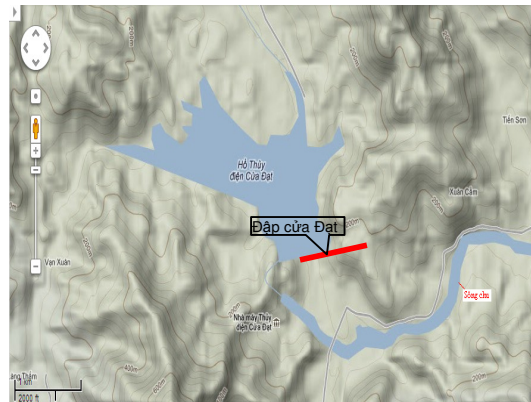
Hình 3. Kết quả xác định mô hình hang xói ngầm nằm dưới bê tông lát mái bằng ăng ten có tần số 900MHz .

Vì vậy, với hiệu quả của phương pháp Ra đa đất trong việc xác định các hang xói ngầm dưới lớp bê tông, chúng tôi đã quyết định áp dụng phương pháp này để nghiên cứu hiện tượng “thoát không” ở đập Cửa Đạt, Thường Xuân, Thanh Hóa.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Khu vực nghiên cứu và hệ thống tuyến quan sát

Hồ chứa nước Cửa Đạt, huyện Thường Xuân, tỉnh Thanh Hóa là công trình thủy lợi kết hợp với thủy điện đóng vai trò quan trọng là chứa, điều phối nước nông nghiệp và sinh hoạt cho nhân dân trong vùng với tổng dung tích chứa nước là 1,45 tỷ m³, dung tích hữu ích là 0,79 tỷ m³ (Hình 4).



Hình 4. Vị trí đập bê tông bản mặt Cửa Đạt.

Đập hồ chứa nước Cửa Đạt có chiều dài là 930m, cao trình đỉnh đập là +121m. Đập chắn nước là đập trọng lực đá đổ, phần phía mái thượng lưu được tạo bởi lớp bản mặt bằng bê tông cốt thép có chiều dày là 0,7m (phía dưới chân) và thu dần lên đến cao trình +116m là 0,3m (đỉnh đập). Lớp bê tông bản mặt được chia làm 78 tấm với chiều rộng mỗi tấm bê tông là 12m. Công trình được thi công xong và đưa vào sử dụng từ tháng 7/2009 (Hình 5).

Hiện tại, trong quá trình đập vận hành và sử dụng, dưới tác dụng của tấm bê tông cốt thép và áp lực nước nên trên đập một số tấm bê tông bản mặt ở phía thượng lưu đã xuất hiện hiện tượng rạn nứt, cong vênh dẫn đến hiện tượng làm mất tiếp xúc giữa các tấm bê tông với thân

đập. Vì vậy việc xác định “thoát không” nằm dưới các tấm bê tông cốt thép là cần thiết, để sớm có phương án xử lý kịp thời và hiệu quả, nhằm nâng cao chất lượng công trình trong mùa mưa lũ.



Hình 5. Hiện trạng đập bê tông bản mặt Cửa Đạt Thanh Hóa.

Để giải quyết nhiệm vụ địa chất nhằm phát hiện “thoát không” trong các tấm bê tông bản mặt tại đập Cửa Đạt, chúng tôi bố trí hệ thống tuyến đo theo mạng lưới ô vuông, khoảng cách giữa các tuyến đo là 1m và chiều dài tuyến đo

12m (bằng chiều rộng của tấm bê tông). Trường hợp phát hiện những khu vực có nghi ngờ “thoát không” thì cần phải được tiến hành đo chi tiết hơn (Hình 6)

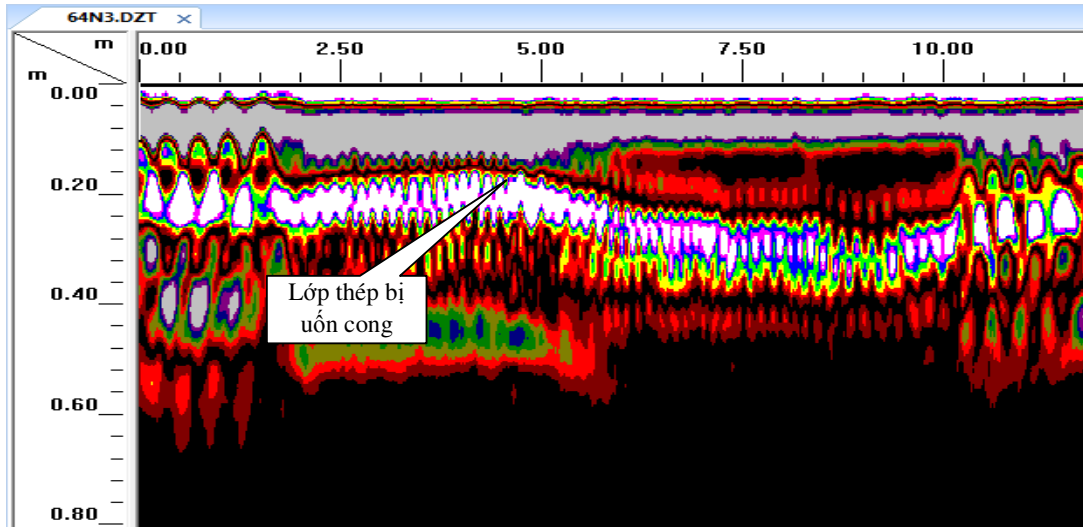


Hình 6. Hệ thống tuyến quan sát bằng phương pháp Ra đa đất.

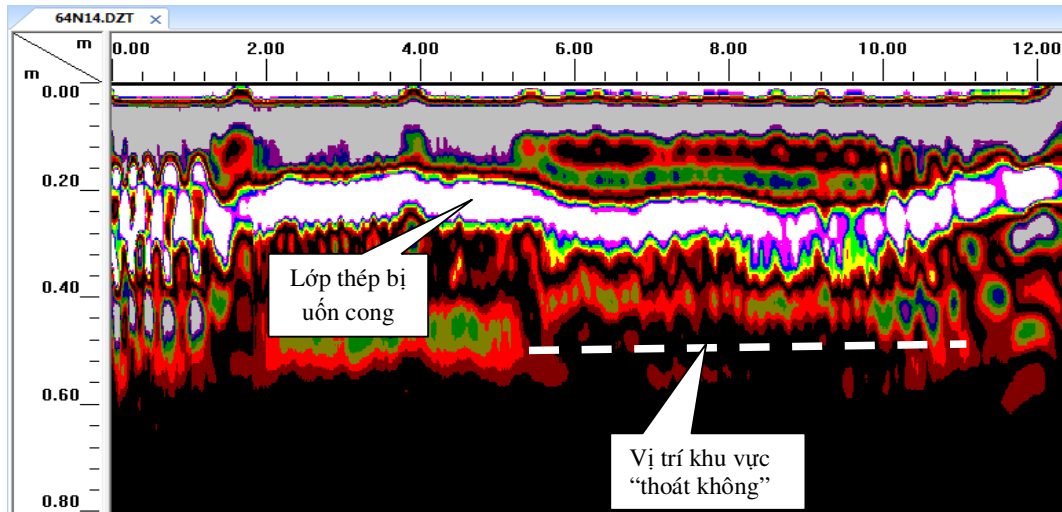
3.2. Một số kết quả chính

Trong phạm vi kiểm tra “thoát không” dưới tấm bê tông bản mặt của 40 tấm bê tông đập chính hồ chứa nước Cửa Đạt tính từ mực nước thực tế (ở tại thời điểm kiểm tra) cao trình

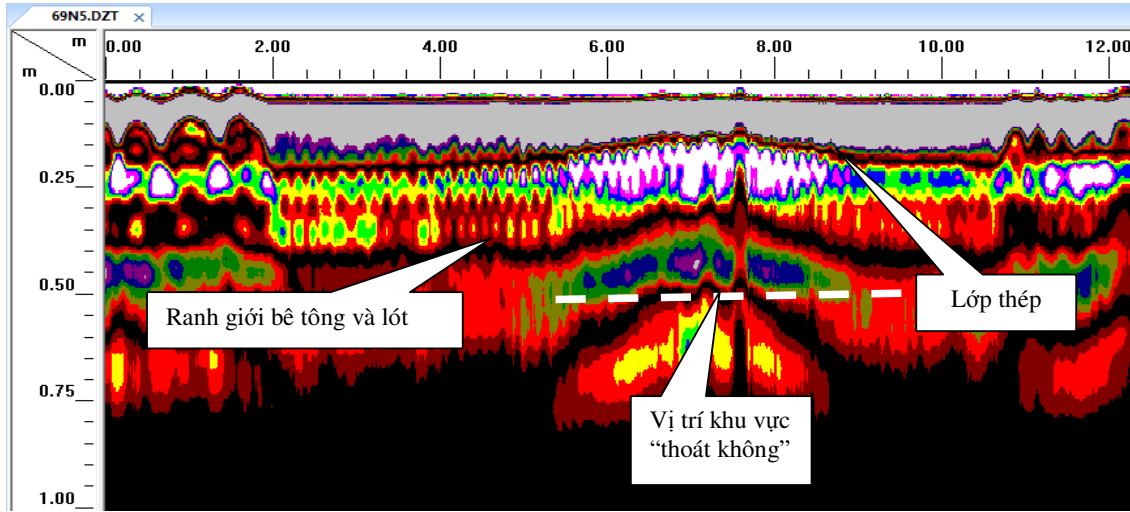
+83.31m lên đến cao trình +110.0m; sau quá trình đo đạc thực tế và xử lý, phân tích số liệu [4], chúng tôi đã xác định được nhiều vị trí bê tông bản mặt có hiện tượng “thoát không”. Sau đây là một số kết quả điển hình được biểu diễn trên các hình 7, 8, 9.



Hình 7. Kết quả kiểm tra trên tấm 64, tuyến đo thứ 3.



Hình 8. Kết quả kiểm tra trên tấm 64, tuyến đo thứ 14.

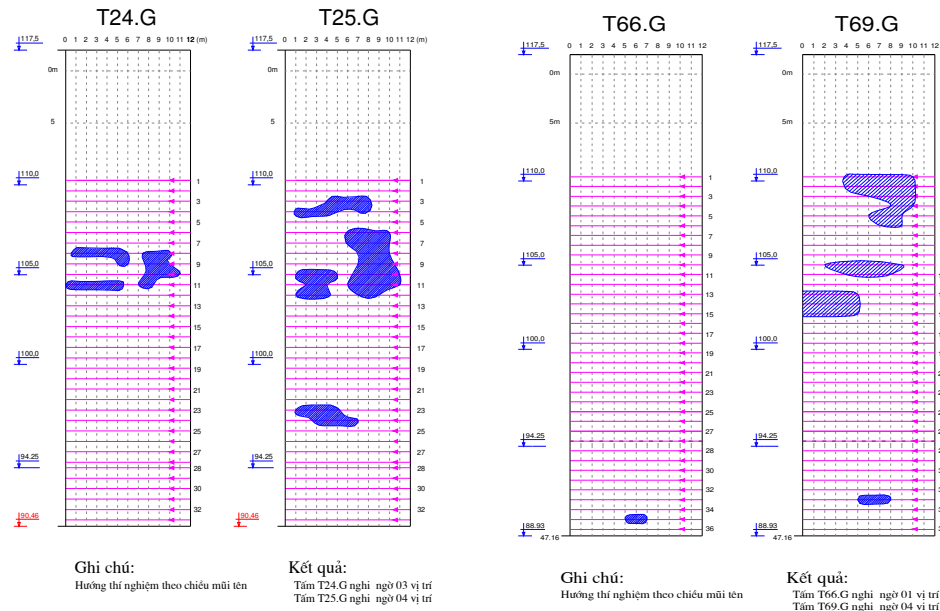


Hình 9. Kết quả kiểm tra trên tấm 69, tuyến đo thứ 5.

Kết quả khảo sát trên cho thấy tại vị trí bị “thoát không” thì mặt phân xạ từ lớp thép và phần tiếp giáp giữa bê tông bản mặt và lớp đất đá bị biến dạng, uốn cong một cách rất rõ rệt (Hình 7 và 8). Trên hình 9 cho thấy có hiện tượng “thoát không” nhưng lớp thép bên trong vẫn không bị biến dạng hay thay đổi. Tuy

nhiên, theo kết quả khảo sát của phương pháp Ra đa đất chúng tôi chưa xác định được chiều dày của lớp “thoát không”.

Hình 10 biểu diễn vị trí các “thoát không” được xác định bằng phương pháp Ra đa đất tại đập Cửa Đạt.



Ghi chú:
Hướng thí nghiệm theo chiều mũi tên

Kết quả:
Tấm T24.G nghi ngờ 03 vị trí
Tấm T25.G nghi ngờ 04 vị trí

Ghi chú:
Hướng thí nghiệm theo chiều mũi tên

Kết quả:
Tấm T66.G nghi ngờ 01 vị trí
Tấm T69.G nghi ngờ 04 vị trí

Hình 10. Vị trí “thoát không” được xác định bằng phương pháp Ra đa đất.

4. Kết luận

Từ kết quả đo thử nghiệm trên mô hình và kết quả xác định “thoát không” trên bê tông bản mặt của đập Cửa Đạt, chúng tôi có một số nhận xét sau:

+ Phương pháp Ra đa đất sử dụng thiết bị SIR System 30 kết hợp với các ăng ten có tần số 400MHz, 900MHz có thể xác định được vị trí các “thoát không” nằm dưới các tấm bê tông bản mặt.

+ Với phương pháp này có thể xác định được vị trí của các lớp thép trong các tấm bê tông bản mặt, cũng như xác định được mặt đáy của các tấm bê tông. Từ đó có thể xác định được các tấm bê tông có hiện tượng biến dạng hay không.

+ Tuy nhiên, với các nghiên cứu ban đầu nêu trên, chưa xác định được chiều dày các lớp

“thoát không”. Chúng tôi sẽ tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện việc áp dụng phương pháp Ra đa đất vào mục đích này nhằm nâng cao hiệu quả của phương pháp và công bố kết quả trong các số tiếp theo.

Tài liệu tham khảo

- [1] Annan A.P, Sensors & Software Inc., Ground Penetrating Radar Workshop Notes, 1992.
- [2] Cai Jun and al, Application of Ground Penetrating Radar to Investigation of Near-Surface Fault Properties, Seismology Society of America, 1996.
- [3] SIR-System 30, Manual, Geophysical Survey Systems, Inc; 2013.
- [4] Radan for Windows, Manual, Geophysical Survey Systems, Inc; 2013.

Applying the Method of Ground Penetrating Radar to Identify “Air Escape” under the Concrete Slab Layer at Cửa Đạt Dam

Đỗ Anh Chung¹, Nguyễn Văn Lợi¹, Vũ Đức Minh²

¹*Institute for Ecology and Works Protection, Vietnam Academy for Water Resources*

²*VNU University of Science, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hanoi, Vietnam*

Abstract: In irrigation works in general, concrete face rockfill and concrete slab layer dams in particular, after accumulation lake then between the concrete slab layer and the layer of riprap dam often appears "air escape". This is the phenomenon of splitting the different layers of materials between the face rockfill, mortar lining and cushioning to create voids that may contain air or water. When encountering this phenomenon, the distribution of the elongation and the working mechanism of the concrete slab layer will be affected and influence the ability to work, the ability to waterproof and the longevity of the work. The paper introduces some new results obtained by applying the method of Ground Penetrating Radar to rapidly identify the phenomenon of “air escape” under the concrete slab layer at Cửa Đạt reservoir dam – Thường Xuân district - Thanh Hóa province.

Keywords: face rockfill dam, concrete slab layer, "air escape".