

# Nghiên cứu xác định khe nứt trong đê bằng thiết bị điện đa cực

Đỗ Anh Chung<sup>1</sup>, Vũ Đức Minh<sup>2,\*</sup>, Nguyễn Văn Lợi<sup>1</sup>, Đào Văn Hưng<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Viện Phòng trừ Mối và bảo vệ công trình - Viện Khoa học Thủy Lợi Việt Nam

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

Nhận ngày 28 tháng 9 năm 2010

**Tóm tắt.** Bài báo trình bày các kết quả áp dụng thiết bị SuperSting R1/IP và phần mềm xử lý số liệu EarthImage 2D để nghiên cứu các khe nứt trong thân đê bằng cách tính toán các mô hình lý thuyết, các mô hình tạo ra trong thực tế với các loại hệ cực khác nhau. Từ đó, chúng tôi đã rút ra các kết luận về hiệu quả áp dụng của các hệ cực đối với việc tìm kiếm các khe nứt, đồng thời tìm ra phương pháp tiến hành công tác ngoài thực địa sao cho phù hợp với các đối tượng cần tìm kiếm. Các kết quả này đã được áp dụng thử nghiệm trên khe nứt tại vị trí K30+400 đê Hữu Hồng thuộc địa phận xã Sen Chiểu - Sơn Tây - Hà Nội bằng phương pháp điện đa cực.

## 1. Đặt vấn đề

Đê đảm bảo an toàn cho hệ thống đê trong mùa mưa lũ, việc xác định các ẩn họa trong thân và nền đê là rất quan trọng trong việc định hướng giúp lựa chọn giải pháp xử lý hữu hiệu những ẩn họa này. Một trong những ẩn họa trong thân đê là các khe nứt tồn tại bên trong gây sụt, lún và có thể vỡ đê bất cứ lúc nào, đặc biệt trong những mùa mưa bão.

Mục tiêu đặt ra là tiến hành nghiên cứu khe nứt trên mô hình lý thuyết, mô hình tạo ra ngoài thực địa và kiểm nghiệm trên thực tế bằng thiết bị điện đa cực để có thể xây dựng phương pháp xác định các khe nứt trên đê một cách hiệu quả nhất.

## 2. Quá trình nghiên cứu lý thuyết và kết quả

### 2.1. Tính toán lựa chọn hệ cực tối ưu đối với mô hình khe nứt lý thuyết

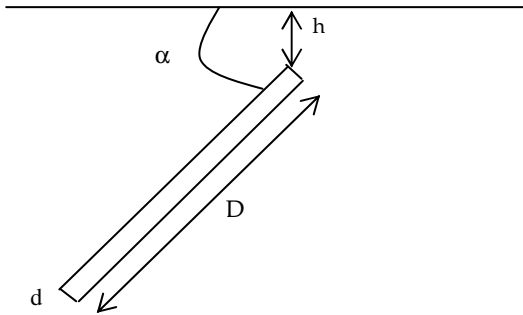
Với mô hình khe nứt có dạng vĩa (xem hình 1), chúng tôi tiến hành tính toán lý thuyết cho các loại hệ điện cực khác nhau với khe nứt có bề mặt trên ở độ sâu so với mặt đất ( $h$ ) là 0,3m, khe nứt có chiều rộng ( $d$ ) là 5cm, khe nứt cắm sâu ( $D$ ) 2m và nằm ở 3 độ nghiêng ( $\alpha$ ) khác nhau là  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  và  $90^\circ$ . Khe nứt rỗng chứa không khí nên có điện trở suất cao ( $\rho_n$ ) là 1.000  $\Omega\text{m}$ , nằm trong môi trường vây quanh là đất đắp đê có điện trở suất ( $\rho_m$ ) là 20 $\Omega\text{m}$ .

#### 2.1.1. Hệ điện cực lưỡng cực - lưỡng cực

Chúng tôi tiến hành tính lý thuyết cho hệ điện cực lưỡng cực - lưỡng cực (dipole-dipole) với  $a=1$ ,  $n=8$  dựa trên phần mềm EarthImage 2D [1] đối với các mô hình nêu trên. Hình 2 là

\* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-4-37450026.  
E-mail: minhvd@vnu.edu.vn

một ví dụ minh họa kết quả tính đối với khe nứt nghiêng  $45^0$  (trong đó hình (a) là kết quả tính thuận; hình (b) là kết quả giải ngược; hình (c) là mô hình tính).



Hình 1. Mô hình khe nứt.

Các kết quả tính toán bài toán thuận với hệ cực dipole-dipole trên mô hình khe nứt được thể hiện trong mặt cắt điện trở như sau: Khi  $\alpha > 30^0$  thì xuất hiện hai dải dị thường nghiêng, đối xứng qua hình chiếu của đỉnh khe nứt trên mặt đất; đồng thời khi  $\alpha$  càng lớn thì dị thường phía không có khe nứt càng rõ, tuy nhiên phía hướng cắm của khe nứt dị thường vẫn biểu hiện rõ nét hơn; khi khe nứt cắm đứng ( $\alpha = 90^0$ ) thì hai phía đều rõ như nhau.

### 2.1.2. Hệ điện cực Wenner

Chúng tôi tiến hành tính lý thuyết cho hệ điện cực Wenner dựa trên phần mềm EarthImage 2D đối với các mô hình nêu trên. Hình 3 là một ví dụ minh họa kết quả tính đối với khe nứt nghiêng  $45^0$  (trong đó hình (a) là kết quả tính thuận; hình (b) là kết quả giải ngược; hình (c) là mô hình tính).

Các kết quả tính toán bài toán thuận với hệ cực Wenner trên mô hình khe nứt được thể hiện trong mặt cắt điện trở như sau: Dị thường có dạng ổ, khi khe nứt nghiêng  $\alpha < 30^0$  thì không đối xứng mà kéo thành dải, khi khe nứt cắm

đứng ( $\alpha = 90^0$ ) thì hoàn toàn dạng ổ, có vị trí trùng với hình chiếu của đỉnh khe nứt trên mặt đất.

### 2.1.3. Hệ điện cực Wenner - Schlumberger

Chúng tôi tiến hành tính lý thuyết cho hệ điện cực Wenner - Schlumberger có  $a=1$ ,  $n=8$  dựa trên phần mềm EarthImage 2D đối với các mô hình nêu trên. Hình 4 là một ví dụ minh họa kết quả tính đối với khe nứt nghiêng  $45^0$  (trong đó hình (a) là kết quả tính thuận; hình (b) là kết quả giải ngược; hình (c) là mô hình tính).

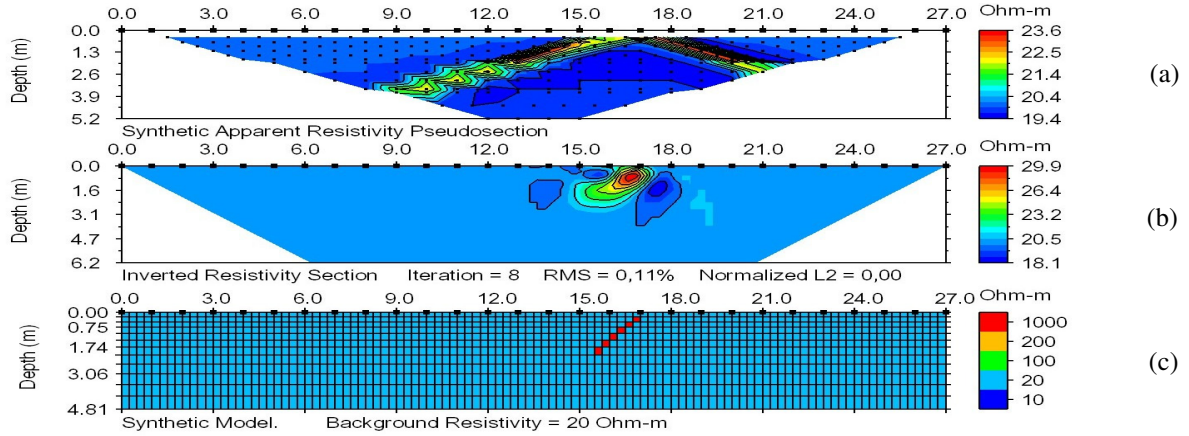
Các kết quả tính toán bài toán thuận với hệ cực Wenner - Schlumberger trên mô hình khe nứt thể hiện trong mặt cắt điện trở như sau: Dị thường điện trở cao có dạng ổ, khi khe nứt nghiêng  $\alpha < 30^0$  thì có dạng dải kéo về hướng cắm, khi khe nứt nghiêng  $\alpha > 45^0$  thì hoàn toàn dạng ổ.

### 2.1.4. Nhận xét chung

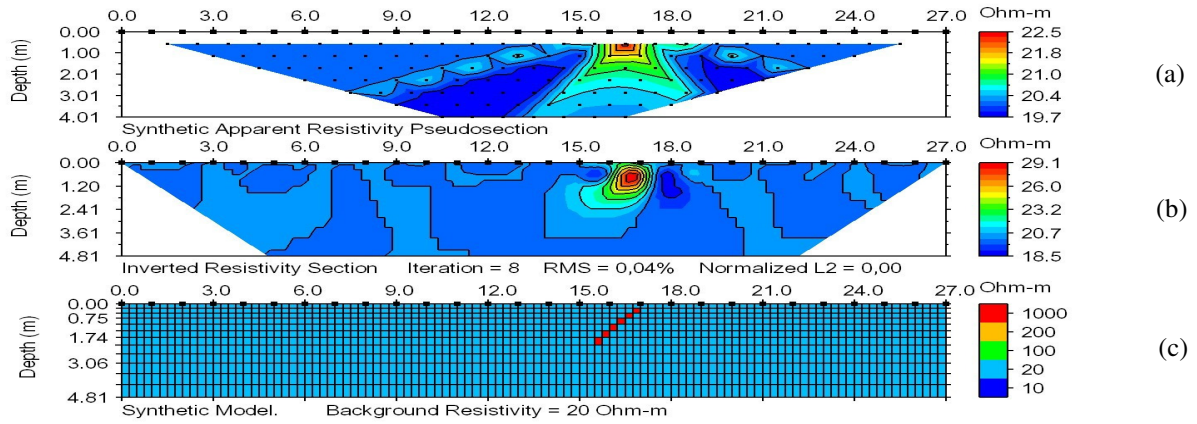
Đối với những đối tượng là khe nứt có thể sử dụng các hệ cực dipole-dipole và hệ điện cực Wenner-Schlumberger để tìm kiếm, tuy nhiên dị thường thể hiện rõ hơn khi đo bằng hệ cực dipole-dipole.

## 2.2. Tính toán cho hệ cực dipole-dipole đối với mô hình khe nứt thay đổi

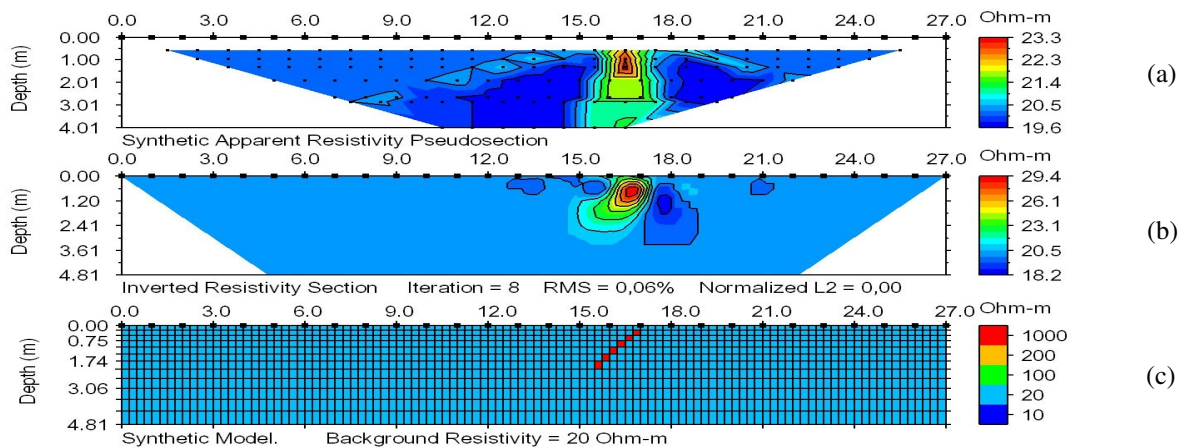
Chúng tôi tiến hành tính toán cho hệ cực dipole-dipole (D-D) đối với mô hình khe nứt ở độ sâu so với mặt đất (h) thay đổi từ 0,3m đến khi nào không còn xác định được đối tượng; khe nứt có chiều rộng (d) là 5cm; khe nứt cắm sâu (D) 2m và nằm ở góc nghiêng  $\alpha=45^0$ . Khe nứt có điện trở suất ( $\rho_n$ ) là 1.000  $\Omega\text{m}$ , nằm trong môi trường vây quanh có điện trở suất ( $\rho_{ml}$ ) 20 $\Omega\text{m}$ . Sai số kỹ thuật là 3%. Hình 5 là một ví dụ minh họa kết quả tính đối với khe nứt nghiêng  $45^0$ ,  $h=1,4\text{m}$  đối với hệ cực dipole-dipole.



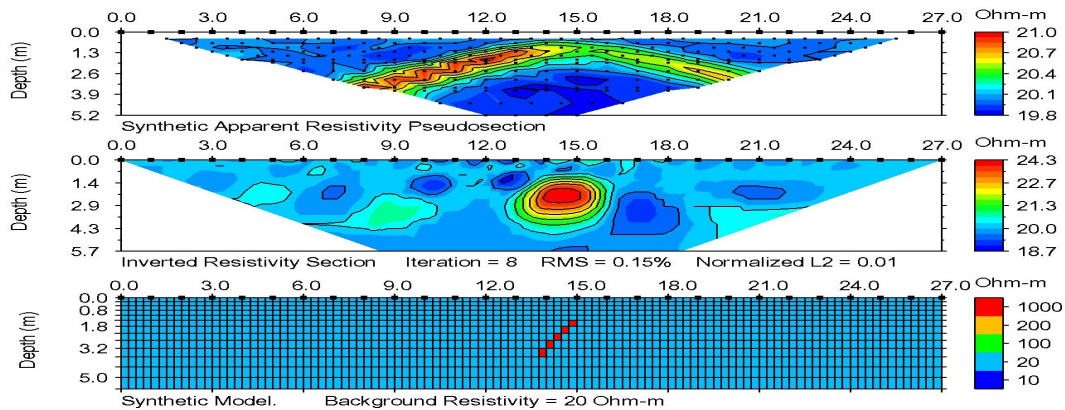
Hình 2. Tính lý thuyết khe nứt nghiêng  $45^0$  với hệ cực dipole-dipole.



Hình 3. Tính lý thuyết khe nứt nghiêng  $45^0$  với hệ cực Wenner.



Hình 4. Tính lý thuyết khe nứt nghiêng  $45^0$  với hệ cực Wenner – Schlumberger.



Hình 5. Tính lý thuyết khe nứt nghiêng  $45^{\circ}$ ,  $h = 1,4\text{m}$  đối với hệ cực dipole-dipole.

Kết quả tính lý thuyết cho hệ cực D-D với mô hình khe nứt nêu trên ở các độ sâu khác nhau cho thấy với khe nứt ở độ sâu nhỏ hơn 0,8m thì có thể xác định được vị trí và hướng cắm của khe nứt. Ở độ sâu lớn hơn từ 1,4 đến 3m thì dị thường do khe nứt tạo ra hoàn toàn giống như bất đồng nhất khối, do đó có thể xác định được vị trí của nó nhưng không thể xác định được hướng cắm của đối tượng. Tăng ở độ sâu đến 5,9m thì vẫn có dị thường giống như dị thường bất đồng nhất khối nhưng không thể phát hiện ra đối tượng. Tiếp tục tăng chiều sâu thì kết quả tính không chỉ ra được dị thường của khe nứt.

### 3. Quá trình thử nghiệm mô hình trên thực tế và kết quả

#### 3.1. Mô hình và địa điểm thử nghiệm

Chúng tôi đã xây dựng các mô hình khe nứt giống như hình 1 có chiều sâu, chiều rộng và góc nghiêng khác nhau trên thực địa. Cụ thể:

+ Xây dựng 4 mô hình khe nứt tại Chương Mỹ - Hà nội có góc nghiêng so với mặt đất là  $60^{\circ}$ , chiều sâu 1m, chiều rộng khe nứt 6mm và 20mm, nằm ở 3 độ sâu khác nhau (đỉnh khe nứt sát mặt đất và cách mặt đất 0,5m; 1m). Ví dụ trên hình 6.

+ Xây dựng 2 mô hình khe nứt tại Xuân Mai - Hà nội, nằm vuông góc với mặt đất và rộng 7cm, sâu 3 và 4m. Ví dụ trên hình 7.



Hình 6. Hình ảnh mô hình vết nứt tại Chương Mỹ.

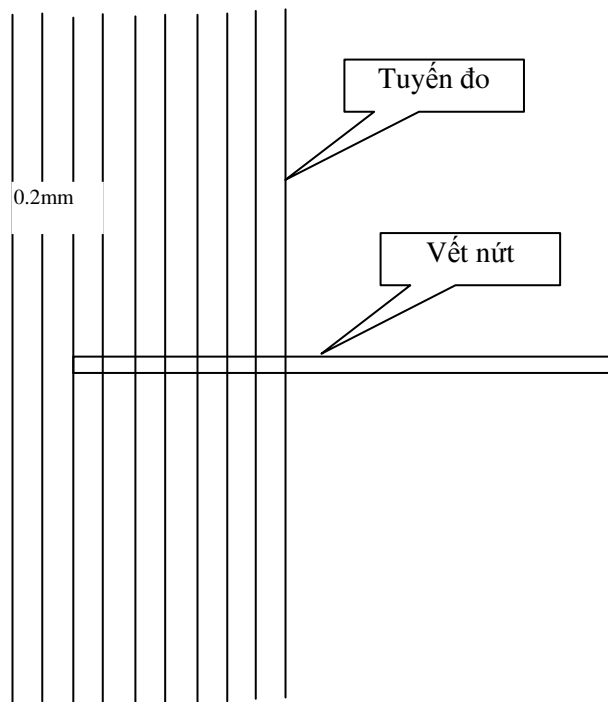


Hình 7. Hình ảnh mô hình vết nứt tại Xuân Mai.

### 3.2. Công tác thực địa

- Xác định vị trí tuyến đo phù hợp: chúng tôi tiến hành thử nghiệm trên các khe nứt với

các tuyến đo từ ngoài và cách khe nứt 40cm, sau đó dịch các tuyến đo về phía tâm của khe nứt, mỗi bước dịch 20cm đến khi nào giá trị điện trở suất không thay đổi (hình 8).



Hình 8. Sơ đồ bố trí tuyến khảo sát.

Kết quả khảo sát cho thấy giá trị điện trở suất biểu kiến khi tuyến đo dịch chuyển từ ngoài vào trong cắt qua khe nứt tăng dần từ giá trị môi trường và ổn định khi tuyến đo cắt ngang khe nứt và cách mép khe nứt khoảng 20% chiều sâu của khe nứt.

- Xác định khoảng cách thiết bị thích hợp: tiến hành thử nghiệm trên mô hình với khoảng cách cực bắt đầu là 0,5m và được tăng khoảng cách cực lên 0,5m cho mỗi lần đo đến khi không còn xác định được khe nứt. Kết quả cho thấy với khoảng cách cực nhỏ hơn chiều sâu của khe nứt thì vẫn có thể xác định được vị trí của khe nứt. Tuy nhiên với khoảng cách cực càng lớn thì khả năng xác định chính xác vị trí của khe nứt càng khó.

- Xác định chiều sâu khảo sát thích hợp: Nghiên cứu với các khe nứt nằm ở các độ sâu khác nhau cho thấy: có thể xác định được vị trí, độ nghiêng khe nứt khi khe nứt nằm sát mặt đất. Khi khe nứt nằm sâu hơn (bằng hoặc lớn hơn khoảng cách 2 cực hoặc 1/2 chiều rộng khe nứt) thì chỉ xác định được dị thường khe nứt có dạng khối.

#### 4. Quá trình thử nghiệm thực tế và kết quả

##### 4.1. Địa điểm và phương pháp tiến hành

- Địa điểm áp dụng thử nghiệm được tiến hành tại đoạn K30+400 đê Hữu Hồng thuộc địa phận xã Sen Chiểu - Sơn Tây - Hà nội. Đây là

khe nứt dài chạy dọc theo cơ phía sông. Khe nứt này có đoạn nứt hở ra đến 10cm, nhưng chiều sâu không xác định được chính xác. Tại đây chúng tôi tiến hành đo các tuyến ngang qua khe nứt.

- Thiết bị được dùng là hệ thiết bị điện đa cực Super Sting R1 [2] với hệ cực Dipole-Dipole, kích thước hệ cực không lớn hơn 1m.

- Hệ thống tuyến đo được bố trí như sau:

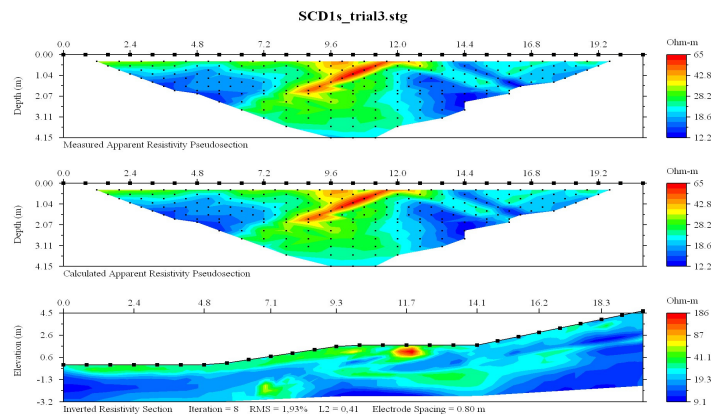
+ Bố trí các tuyến ngang qua khu vực có khe nứt để xác định chiều dài, góc đổ, chiều sâu của khe nứt.

+ Bố trí 1 tuyến dọc sát theo dị thường khe nứt để xác định đây là khe nứt độc lập hay hệ thống khe nứt.

+ Trong trường hợp tuyến đo được bố trí vuông góc với thân đê thì bắt buộc phải ghi lại sự thay đổi của địa hình, nhằm hiệu chỉnh sự ảnh hưởng của địa hình đến kết quả khảo sát.

Cách xác định các tuyến đo như sau: bố trí các tuyến đo sơ bộ vuông góc với nhau qua vùng có khe nứt. Khi trên 2 tuyến đo nào đó có biểu hiện dị thường khe nứt, thì kẻ một đường qua 2 dị thường này và coi đó là hướng của khe nứt. Từ đó bố trí các tuyến đo vuông góc với hướng của khe nứt này.

##### 4.2. Kết quả



Hình 9. Kết quả phân tích tài liệu đo thử nghiệm trên đê Hữu Hồng, xã Sen Chiểu.

Tuyến đo dọc theo đê không thấy có dị thường điện trở cao nào và chỉ có dị thường trên các tuyến ngang. Từ kết quả đó cho thấy đây là 1 vết nứt độc lập. Qua tuyến đo ngang cho thấy vết nứt này nằm không sâu chỉ khoảng từ 1,5-2m so với mặt đất.

## 5. Kết luận

### 1. Đối với hệ cực Wenner

- Có thể xác định được chính xác vị trí cũng như chiều sâu của khe nứt

- Với các khe nứt có độ nghiêng nhỏ so với mặt đất (nghiêng  $\alpha < 30^0$ ) thì có thể xác định được độ nghiêng của khe nứt.

- Đối với các khe nứt có độ nghiêng lớn ( $\alpha \geq 45^0$ ) thì chỉ xác định được vị trí của khe nứt chứ khó có thể xác định được độ nghiêng của nó.

### 2. Đối với hệ cực Wenner - Schlumberger

- Có thể xác định được chính xác vị trí cũng như chiều sâu của khe nứt.

- Với các khe nứt có độ nghiêng nhỏ so với mặt đất (nghiêng  $\alpha < 30^0$ ) thì cũng có thể xác định được độ nghiêng của khe nứt.

- Đối với các khe nứt có độ nghiêng lớn ( $\alpha \geq 45^0$ ) thì có thể xác định chính xác chiều sâu và vị trí của khe nứt, và có thể xác định được chiều nghiêng của khe nứt chứ khó có thể xác định được độ nghiêng của nó.

### 3. Đối với hệ cực Dipole – Dipole

- Là hệ cực phù hợp nhất để khảo sát các đối tượng là vỉa nghiêng, mà một trong các đối tượng đó là khe nứt trên đê, đập

- Khe nứt có chiều sâu nhỏ  $\leq 40\%$  so với chiều rộng của khe nứt thì xác định được chiều sâu cũng như độ nghiêng của khe nứt

- Khe nứt có chiều sâu đến 1,5 lần chiều rộng đối tượng thì có thể xác định được dị thường có chúng nhưng dị thường này hoàn toàn giống với dị thường của bất đồng nhất.

- Khi chiều sâu khe nứt lớn hơn 1,5 lần chiều rộng khe nứt thì hoàn toàn không xác định được đối tượng.

4. Như vậy, qua nghiên cứu cho thấy việc áp dụng hệ thiết bị điện đa cực hoàn toàn có hiệu quả đối với việc tìm kiếm, phát hiện các đối tượng ẩn họa trong thân đê là các vỉa nghiêng, đặc biệt khi sử dụng hệ cực đo là Lưỡng cực – Lưỡng cực.

## Tài liệu tham khảo

- [1] Advanced Geosciences (2002), *EarthImager 2D resistivity and IP Invesion*, Advanced Geosciences inc, Austin, Texas.
- [2] Advanced Geosciences (2000-2009), *The SuperSting™ with Swift™ automatic resistivity and IP system Instruction Manual*, Advanced Geosciences inc, Austin, Texas.

## Researching to detect Fractures in Dike with Multi-electrode Equipment

Do Anh Chung<sup>1</sup>, Vu Duc Minh<sup>2</sup>, Nguyen Van Loi<sup>1</sup>, Dao Van Hung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institute for Termite Control and Work Protection, Vietnam Academy for Water Resources*

<sup>2</sup>*Hanoi University of Science, VNU, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

This article shows results of using Multi-electrode equipment - SuperSting R1/IP and Earthimage 2D software to detect fractures in dike by the theoretical model calculation and practical model measurements with the different electrode arrays.

According to these results, we could come to conclusion on the effectiveness of the application of the electrode arrays for detecting fractures, at the same time finding method of measurement in the field according to investigation objects. These results of fracture detection latter have been tested at K30+400 of Red River dike at Sen Chieu - Son Tay - Ha Noi with Multi-electrical Resistivity method.