



Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội:  
Khoa học Tự nhiên và Công nghệ

Website: <https://js.vnu.edu.vn/NST>



## Đánh giá khả năng phát hiện “thoát không” dưới lớp bê tông lát mái trên đê và đập bằng phương pháp Nhiệt Hồng ngoại thông qua nghiên cứu mô hình

Đỗ Anh Chung<sup>1,2</sup>, Vũ Đức Minh<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>*Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình, Viện Khoa học Thủy Lợi Việt Nam,  
171 Tây Sơn, Đống Đa, Hà Nội, Việt Nam*

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

Nhận ngày 23 tháng 8 năm 2018

Chỉnh sửa ngày 12 tháng 9 năm 2018; Chấp nhận đăng ngày 14 tháng 9 năm 2018

**Tóm tắt:** Trong các công trình thủy lợi nói chung, các đập đá đổ và bê tông lát mái nói riêng, sau một thời gian sử dụng thường xuất hiện hiện tượng “thoát không”. Những “thoát không” (lớp rỗng) này không được phát hiện và xử lý kịp thời sẽ ảnh hưởng lớn đến mái đập gây ra thấm, rò rỉ làm giảm tuổi thọ công trình. Bài báo giới thiệu một số kết quả mới thu được khi ứng dụng phương pháp Nhiệt Hồng ngoại để đánh giá khả năng phát hiện “thoát không” dưới lớp bê tông lát mái trên đê và đập thông qua việc nghiên cứu mô hình (Thời gian thuận để xác định “thoát không”; Nhiệt độ chênh lệch tối thiểu xác định được “thoát không”; Kích thước tối thiểu của “thoát không” có thể xác định được bằng phương pháp Nhiệt Hồng ngoại...).

**Từ khóa:** Bê tông lát mái, công trình thủy lợi, “thoát không”, phương pháp Nhiệt Hồng ngoại.

### 1. Đặt vấn đề

Hiện nay, ở Việt Nam đã tiến hành bê tông hóa nhiều công trình thủy lợi. Tuy nhiên, sau một thời gian sử dụng bê tông lát mái không thể uốn theo sự biến dạng của mặt thượng lưu, của thân đập, dẫn đến hiện tượng mất tiếp xúc giữa bê tông lát mái và phần còn lại của thân đập (gọi là hiện tượng “thoát không”). Ngoài ra, nhiều đê đập đất xây dựng và nâng cấp trong

những năm gần đây được bê tông hóa mặt thượng lưu, gia cố bê tông hạ lưu để chống thấm và xói mòn. Sau thời gian sử dụng những lớp đất bên dưới vẫn bị xói hoặc bị lún tạo thành lớp rỗng dưới bê tông. Những lớp rỗng này không được phát hiện và xử lý kịp thời sẽ ảnh hưởng lớn đến mái đập gây ra thấm, rò rỉ.

Trên thế giới, phương pháp Nhiệt Hồng ngoại đã được áp dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau như: Kiểm tra phát hiện (đo nhiệt độ các lò cao, dò tìm thiết bị bay hay theo dõi sự ổn các thiết bị, động cơ có sinh nhiệt, phát hiện du khách bị cúm ở các sân bay, cửa khẩu; bảo trì thiết bị cơ khí và điện trước

\* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-914658586.

Email: [minhvd@vnu.edu.vn](mailto:minhvd@vnu.edu.vn)

<https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.4780>

khi xảy ra hỏng hóc); Kiểm tra hư hỏng trong các công trình xây dựng (phát hiện rò khí, hiện tượng thấm nước, rò nước...). Kiểm tra không phá hủy. Các lĩnh vực khác (Quản lý chất lượng môi trường sản xuất; Chụp ảnh hóa học; Phát hiện nguồn ô nhiễm; Khảo cổ học từ trên không; Kiểm tra cách ly âm học để giảm tiếng ồn; Trong y học như chụp ảnh nhiệt động vật, chụp ảnh nhiệt cơ thể người để hỗ trợ việc chuẩn đoán bệnh... Tuy nhiên, chưa thấy có tài liệu nào nói về tìm “thoát không” bằng phương pháp Nhiệt Hồng ngoại.

Ở Việt Nam, cho đến nay cũng chưa thấy có ai nghiên cứu ứng dụng phương pháp Nhiệt Hồng ngoại để xác định “thoát không”.

Tại những điểm bị “thoát không” thì nhiệt độ trên bề tông truyền đi sẽ chậm hơn. Tại những vị trí bề tông tiếp xúc trực tiếp với đất thì nhiệt độ bề tông tại điểm đó sẽ truyền vào môi trường nhanh hơn nên tại đó nhiệt độ sẽ gần với nhiệt độ môi trường hơn. Theo nguyên tắc trên và trong khuôn khổ bài báo này, nhóm tác giả chủ yếu tập trung vào nghiên cứu đánh giá khả năng phát hiện “thoát không” dưới lớp bề tông lát mái trên dè và đập dè bảo vệ công trình thủy lợi bằng phương pháp Nhiệt Hồng ngoại thông qua việc nghiên cứu mô hình, chưa đề cập đến “thoát không” của các bề tông bản mặt để chống thấm cho công trình đập.

## 2. Nguyên lý đo nhiệt độ bằng Hồng ngoại [1]

Các đối tượng có nhiệt độ lớn hơn 0°K (độ tuyệt đối) đều phát ra hay tạo ra bức xạ. Bức xạ này phụ thuộc vào nhiệt độ. Nói chung các bức xạ Hồng ngoại được xem là phần lớn các bức xạ nằm trong dải quang phổ điện từ của miền Hồng ngoại. Miền này nằm trong quang phổ ánh sáng nhìn thấy. Năng lượng bức xạ từ vật thể được dùng để đo nhiệt độ của nó thông qua việc dùng các thiết bị cảm biến có thể chuyển đổi tín hiệu nhận được thành tín hiệu điện.

Các thiết bị đo dựa trên nguyên tắc này là các thiết bị đo nhiệt độ của các đối tượng mà không cần tiếp xúc trực tiếp vào chúng được gọi là Hỏa kế (Pyrometer), phổ biến được biết

đến như: Hỏa kế quang học (Optical Pyrometer) và Hỏa kế bức xạ (Radiation Pyrometer).

### 2.1. Hỏa kế bức xạ (Radiation Pyrometer)

Nguyên lý chính của một hỏa kế bức xạ là đo nhiệt độ thông qua các bức xạ nhiệt được phát ra tự nhiên của đối tượng. Bức xạ nhiệt này được biết đến như là một hàm nhiệt độ của nó.

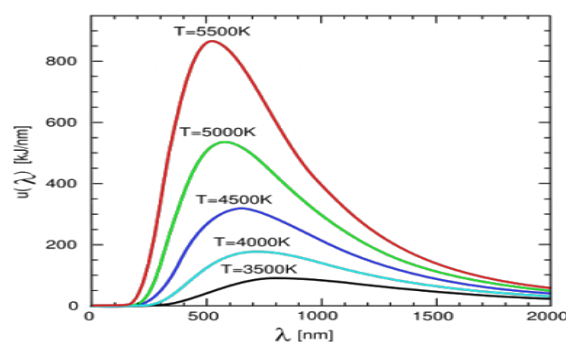
Trong phần này nhóm tác giả chỉ giới thiệu đến Hỏa kế bức xạ toàn phần vì tính thông dụng của nó.

Hỏa kế bức xạ toàn phần có nguyên lý hoạt động dựa trên định luật năng lượng bức xạ toàn phần của vật đen tuyệt đối tỉ lệ với lũy thừa bậc 4 của nhiệt độ tuyệt đối của vật (hình 1).

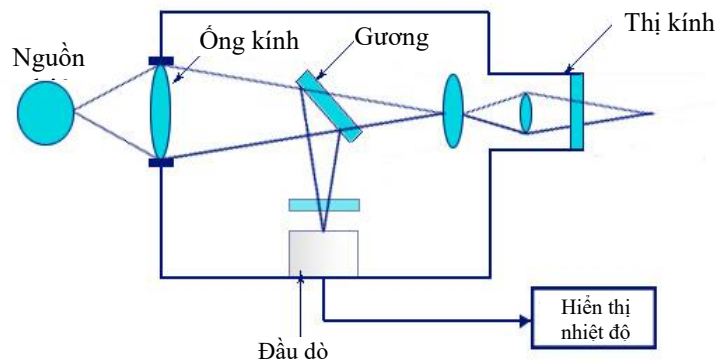
$$E = \sigma T^4$$

trong đó:  $\sigma$  là hằng số, T là nhiệt độ tuyệt đối của vật đen tuyệt đối K.

Cấu tạo và nguyên lý hoạt động: Hỏa kế bức xạ (loại gương phản xạ) có một hệ thống quang học bao gồm ống kính, gương phản chiếu và thị kính điều chỉnh (hình 2). Nhiệt lượng tỏa ra từ nguồn nhiệt đi qua các ống kính quang học được thu tập trung vào đầu dò bởi các gương và thị kính điều chỉnh. Đầu dò có thể là điện trở nhiệt hoặc một ống quang điện. Như vậy, nhiệt năng đã được biến đổi thành tín hiệu điện tương ứng nhờ đầu dò và được gửi đến các thiết bị đầu ra hiển thị nhiệt độ.



Hình 1. Mối tương quan năng lượng toàn phần vào bước sóng và nhiệt độ tuyệt đối của vật.



Hình 2. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của Hỏa kế bức xạ toàn phần.

## 2.2. Hỏa kế quang học (Optical Pyrometer)

Hỏa kế quang học chế tạo dựa trên định luật Planck:

$$I_{\lambda_T} = \frac{C_1}{\lambda^5 \left( e^{\frac{C_2}{RT}} - 1 \right)}$$

trong đó:  $I_{\lambda_T}$  - Cường độ bức xạ đơn sắc ứng với bước sóng  $\lambda$  ở nhiệt độ  $T^{\circ}\text{K}$

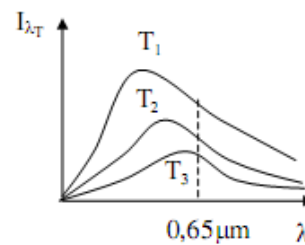
$\lambda$  là bước sóng

$C_1, C_2$  là các hằng số.

$R$  là hằng số khí lý tưởng

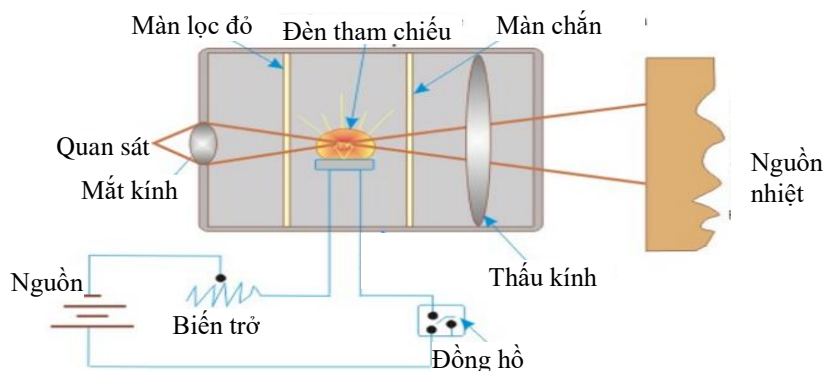
$T$  là nhiệt độ ( $^{\circ}\text{K}$ )

Hình 3 cho thấy sự phụ thuộc giữa cường độ bức xạ  $I$  và bước sóng  $\lambda$  không đơn trị, do đó người ta thường cố định bước sóng ở  $0,65\mu\text{m}$ .



Hình 3. Mối tương quan giữa cường độ bức xạ và bước sóng, nhiệt độ.

Cấu tạo của Hỏa kế quang học được thể hiện trên hình 4, có các thành phần chính như sau: mắt kính (quan sát), thấu kính quang học; bóng đèn tham chiếu (bóng đèn mẫu); biến trở để thay đổi dòng điện (cường độ sáng); màn chắn để tăng dải nhiệt độ đo được; tấm lọc màu đỏ giúp thu hẹp dải của bước sóng ánh sáng.



Hình 4. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của Hỏa kế quang học.

Nguyên lý hoạt động: Bức xạ nhiệt từ nguồn phát ra và được ống kính quang học thu lại. Ống kính giúp tập trung bức xạ nhiệt vào bóng đèn tham chiếu. Người theo dõi quan sát quá trình thông qua kính mắt và điều chỉnh nó theo cách làm sao cho dây tóc bóng đèn sắc nét ở trung tâm và dây tóc chồng lên hình ảnh nguồn nhiệt. So sánh cường độ sáng của vật cần đo với độ sáng của đèn mẫu có cùng một bước sóng nhất định và theo cùng một hướng, khi độ sáng của chúng bằng nhau thì nhiệt độ của chúng bằng nhau.

### 3. Lựa chọn thiết bị đo Nhiệt Hồng ngoại để xác định “thoát không”

#### 3.1. Một số loại hình “thoát không” thường gặp

##### 3.1.1. “Thoát không” do lún lớp đất bên dưới bê tông

Trong thực tế, khi các đập được đưa vào sử dụng, thường có sự biến dạng của thân đập như lún, chuyển vị... Mặt khác, bê tông lát mái không thể uốn theo sự biến dạng của mặt thượng lưu, của thân đập, dẫn đến hiện tượng

mất tiếp xúc giữa bê tông lát mái và phần còn lại của thân đập. Kết quả là tạo ra khoảng trống giữa lớp dưới bê tông lát mái và phần còn lại của thân đập, đó là “thoát không”.

Ngoài ra nhiều đê đập đất xây dựng và nâng cấp trong những năm gần đây được bê tông hóa mặt thượng lưu, gia cố bê tông mặt hạ lưu, sau một thời gian sử dụng những lớp đất bên dưới bị xói hoặc bị lún cũng tạo thành “thoát không” dưới bê tông.

##### 3.1.2. “Thoát không” do nước chảy làm xói chân bê tông

Khi có dòng nước xói vào chân kè sẽ làm cho đất dưới lớp bê tông bị cuốn trôi đi gây sụt và rỗng tạo thành “thoát không” (hình 5).

##### 3.1.3. “Thoát không” dưới lớp bê tông do thấm

Các đập chứa nước có các mái phía hạ lưu được gia cố bằng bê tông, khi có hiện tượng nước thấm qua mái hạ lưu sẽ kéo theo đất và cát trong thân đập cũng như các lớp đất dưới lớp bê tông và tạo thành các “thoát không” (hình 6).



Hình 5. “Thoát không” dưới lớp bê tông do xói chân bê tông



Hình 6. “Thoát không” dưới lớp bê tông do xói thấm qua thân đập.



#### 3.1.4. “Thoát không” dưới lớp bê tông do sóng đánh

Các kè tại những nơi có sóng lớn như các kè biển và cửa sông ven biển khi có sóng lớn đánh vào làm mất lớp đất, cát tạo ra các “thoát không” dưới lớp mái bê tông (hình 7).

#### 3.2. Tiêu chí lựa chọn thiết bị đo Nhiệt Hồng ngoại bê tông lát mái trên đê và đập trong công trình thủy lợi

Hiện nay, các thiết kế tấm bê tông lát mái để bảo vệ các công trình thủy lợi đang được áp dụng theo TCVN 8419:2010.

Theo Tiêu chuẩn Việt nam TCVN 8419:2010 về công trình thủy lợi - thiết kế công trình bảo vệ bờ sông đê chống lũ [2], kết cấu thân kè bằng tấm bê tông được quy định như sau:

- Có thể dùng các tấm bê tông thường hoặc bê tông cốt thép đúc sẵn hoặc đổ tại chỗ trên mái bờ sau khi đã làm xong tầng lọc ngược.

- Phải bố trí các khe co giãn giữa các tấm bê tông, khe co giãn được nhét chặt bằng hỗn hợp cát - nhựa đường hoặc dây đay tẩm nhựa đường.

- Có thể chọn kích thước các tấm bê tông như sau:

+ Bê tông thường: 0,5m x 0,5m x 0,2m hoặc 1,0m x 1,0m x 0,2m;

+ Bê tông cốt thép: 2,0m x 2,0m x 0,1m.

Khi có “thoát không” mà tấm lát chưa sập thì kích thước “thoát không” nhỏ hơn tấm bê tông. Đối tượng xác định được một cách tin tưởng khi có ít nhất 05 điểm dị thường nằm trong đối tượng, tương đương với ít nhất 10cm phải có 1 điểm đo. Vậy để đo tấm bê tông có kích thước 2m x 2m thì thiết bị phải có độ phân giải (hay số lượng sensor nhiệt trong thiết bị) không nhỏ hơn  $20 \times 20 = 400$  (tương đương với 400 điểm đo).

Các thiết bị đo Nhiệt Hồng ngoại hiện nay đều có sai số đo nhỏ hơn  $0,1^{\circ}\text{C}$  và thời gian đáp ứng (thời gian đo) nhỏ hơn 0,1s [3, 4] nên các thiết bị đo Nhiệt Hồng ngoại đều đáp ứng được độ tin cậy về giá trị đo nhiệt độ và thời gian đáp ứng.

Với những tiêu chuẩn trên, khi lựa chọn thiết bị chúng ta chỉ cần lựa chọn thiết bị có độ phân giải phù hợp với đối tượng. Trong bài báo này với đối tượng là mô hình có kích thước 6m x 4m thì thiết bị phải có độ phân giải tối thiểu 40 x 60 (2.400 điểm đo).

Ví dụ: có thể chọn thiết bị đo Nhiệt Hồng ngoại phù hợp là **SEEK REVEAL XR30** có độ phân giải 206x156, độ nhạy (khoảng thay đổi nhiệt độ mà thiết bị có thể nhận biết được) từ  $40^{\circ}\text{F}$  đến  $626^{\circ}\text{F}$ ...



Hình 7. “Thoát không” dưới lớp bê tông do sóng đánh.

#### 4. Xây dựng mô hình “thoát không” và phương pháp đo

Nhóm tác giả thử nghiệm thiết kế và xây dựng mô hình “thoát không” nhằm xác định sự biến đổi nhiệt độ theo thời gian trên bề mặt tấm bê tông tại vị trí có “thoát không” và môi trường xung quanh làm cơ sở để xác định “thoát không” bằng phương pháp Nhiệt hồng ngoại.

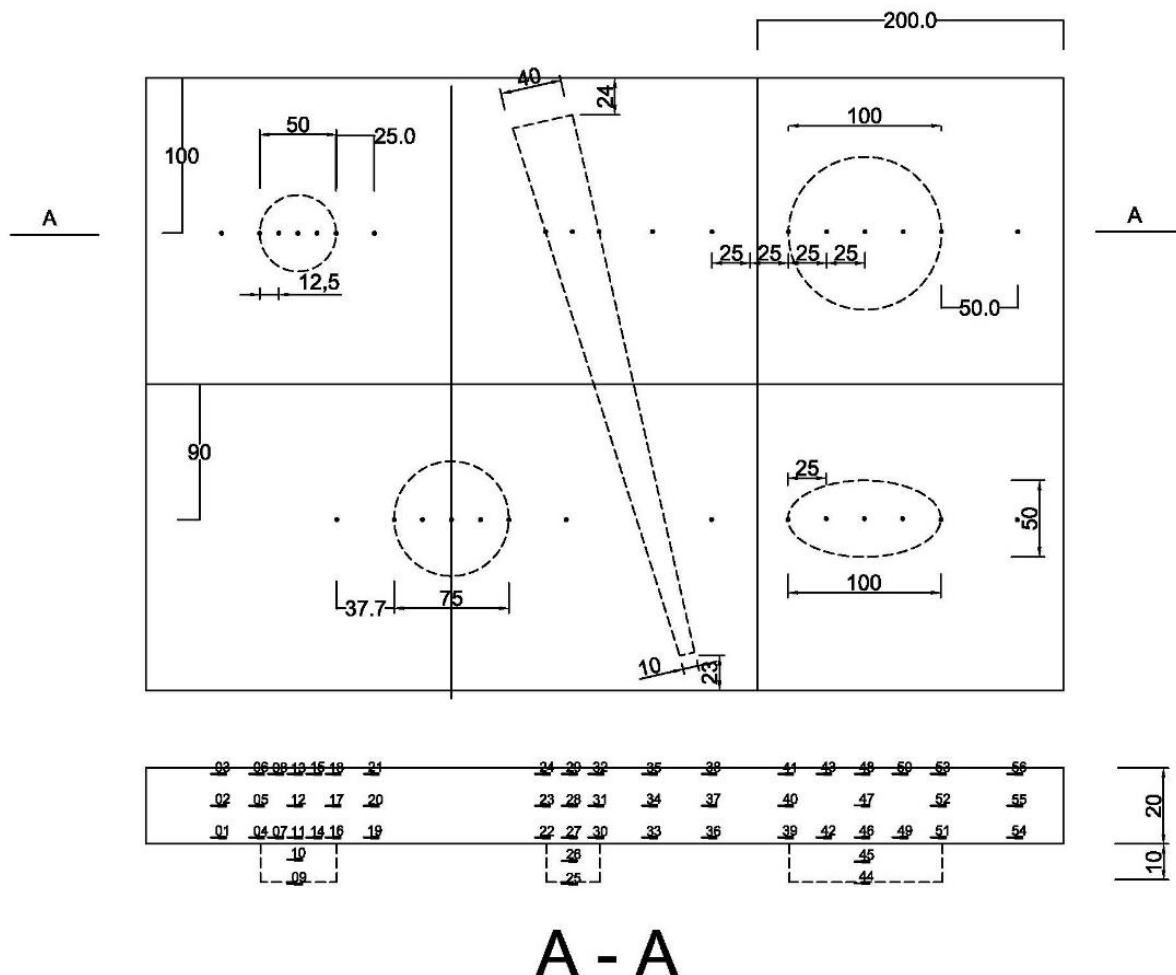
##### 4.1. Thiết kế và xây dựng mô hình “thoát không”

##### 4.1.1. Thiết kế mô hình “thoát không”

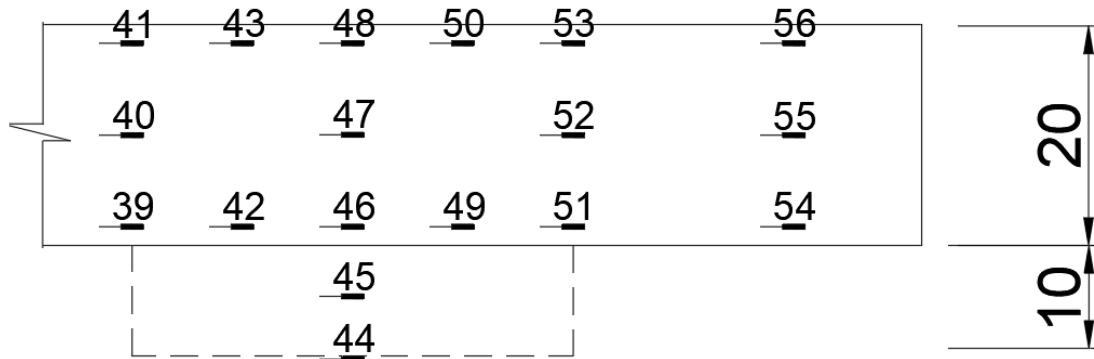
Toàn bộ mô hình “thoát không” được thiết kế với 05 “thoát không” có hình dạng và kích

thước khác nhau từ 0,5m đến 1m dưới lớp bê tông dày 20cm.

Tại khu vực có các “thoát không” được gắn các đầu đo nhiệt độ (sensor nhiệt) từ 2 đến 5 lớp tùy theo vị trí: tại tâm “thoát không” đặt 5 lớp: 3 lớp khác nhau trong bê tông, 1 lớp trong “thoát không” và 1 lớp ở nền đất dưới “thoát không”; tại biên và ngoài “thoát không” đặt 3 lớp trong bê tông (hình 8). Với mỗi “thoát không”, có 3 vị trí đặt sensor trong phần “thoát không”, 2 vị trí tại biên của “thoát không” và 2 vị trí ở 2 bên ngoài “thoát không”, cách biên của “thoát không” một khoảng bằng 1/2 đường kính “thoát không” (xem ví dụ hình 9).



Hình 8. Mô hình “thoát không” và vị trí các sensor nhiệt trong mô hình (đơn vị: cm).



Hình 9. Ví dụ sơ đồ bố trí các sensor trên một “thoát không”.

4.1.2. Xây dựng mô hình “thoát không” (hình 10)

- Tiến hành đổ đất, san đầm phẳng nền.

- Khoét các lỗ “thoát không” có đường kính 0,5m; 0,75m và 1,0m; chiều sâu các lỗ “thoát không” từ 7 đến 10cm.



Hình 10. Một số hình ảnh xây dựng mô hình “thoát không”.

- Tại các vị trí “thoát không”, tiến hành cắt ống nước 90mm, chiều cao từ 7 đến 10cm (bằng chiều sâu “thoát không”) rồi xếp đứng liền nhau kín “thoát không”, sau đó phủ cốt ép có đường kính rộng hơn “thoát không” 10cm rồi đổ bê tông có chiều dày 20cm (bê tông có 1 lớp thép đan với lưới 20 x 20cm). Tất cả có 6 tấm bê tông, mỗi tấm có kích thước 2m x 2m.

- Lắp các sensor nhiệt theo như thiết kế (mục 4.1.1), với 3 lớp trong bê tông: lớp 1 cách mặt đất 1cm, lớp 2 nằm giữa tấm bê tông và lớp thứ 3 cách mặt đất 19cm.

#### 4.2. Phương pháp đo

Tiến hành đo nhiệt độ tại các sensor nhiệt liên tục trong ngày với khoảng thời gian 1 phút/lần đo trong các ngày có biên độ nhiệt độ dao động khác nhau để từ đó xác định sự biến đổi nhiệt độ trên mặt tấm bê tông tại các vị trí khác nhau và tính toán thời gian thuận lợi cho việc xác định “thoát không” bằng phương pháp Nhiệt Hồng ngoại.

Lựa chọn các ngày có độ chênh lệch nhiệt độ, thời tiết khác nhau và tiến hành đo thử nghiệm bằng các sensor nhiệt trong khoảng thời gian từ 6h đến 18h để xác định độ chênh lệch nhiệt độ tối thiểu trên bề mặt bê tông do “thoát không” gây ra mà thiết bị Nhiệt Hồng ngoại có thể phát hiện được.

Thực hiện đo nhiệt độ bằng các sensor nhiệt qua các “thoát không” có hình dạng và kích thước khác nhau để xác định kích thước tối thiểu của “thoát không” có thể phát hiện được.

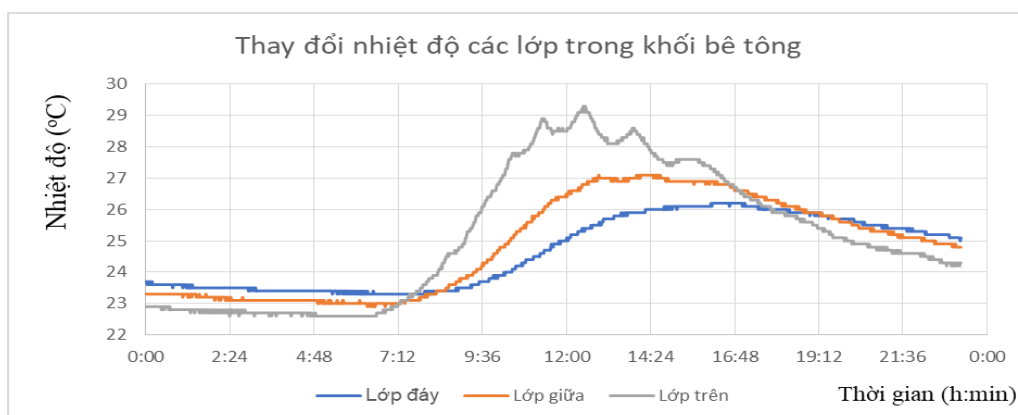
Đo thử nghiệm bằng thiết bị đo Nhiệt Hồng ngoại, so sánh với kết quả đo bằng các sensor nhiệt để đánh giá khả năng xác định “thoát không” của phương pháp Nhiệt Hồng ngoại.

### 5. Kết quả và thảo luận

Qua quá trình đo thử nghiệm bằng sensor nhiệt và thiết bị đo Nhiệt Hồng ngoại, nhóm tác giả đã thu được nhiều kết quả với các thông số nghiên cứu khác nhau. Trong bài báo này, nhóm tác giả chỉ giới thiệu một số kết quả chính nhằm minh họa cho mục tiêu nghiên cứu đã nêu ở trên.

#### 5.1. Kết quả về sự chênh lệch nhiệt độ lớp trên bê tông giữa vị trí có “thoát không” và không có “thoát không”

Kết quả đo nhiệt độ bằng các sensor nhiệt trong khối bê tông theo thời gian trong ngày cho thấy nhiệt độ của các lớp biến đổi theo nhiệt độ môi trường. Tuy nhiên, nhiệt độ tại lớp trên gần mặt bê tông có sự biến đổi nhanh nhất theo môi trường, còn lớp đáy gần mặt dưới bê tông nhiệt độ thay đổi chậm hơn (hình 11).



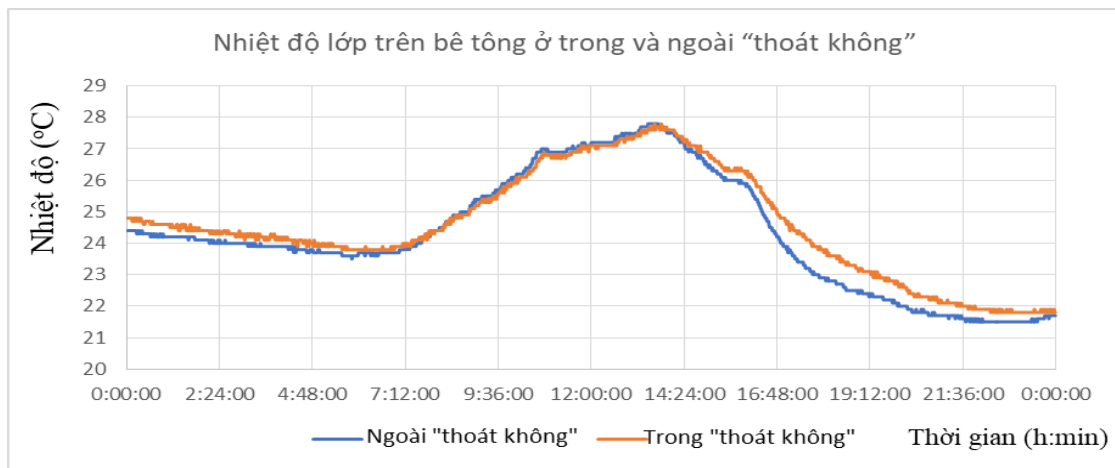
Hình 11. Sự thay đổi nhiệt độ các lớp bê tông trong ngày.



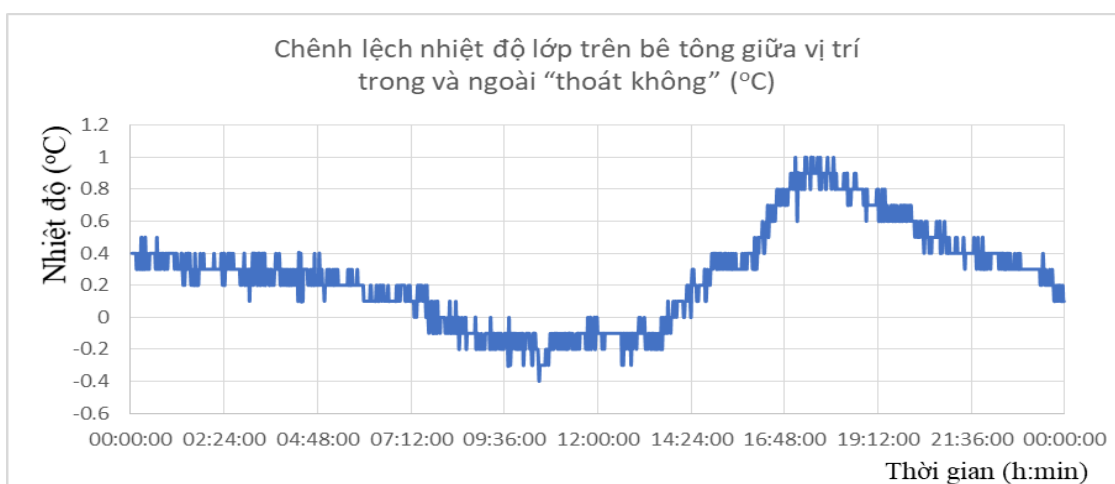
Hình 12 biểu diễn nhiệt độ lớp trên của bê tông được đo bằng các sensor nhiệt tại vị trí có “thoát không” và vị trí không có “thoát không” cho thấy nhiệt độ bên trong thoát không và nhiệt độ bên ngoài thoát không biến đổi giống nhau nhưng tốc độ biến đổi nhiệt độ giữa hai khu vực không đồng đều, nhiệt độ lớp trên phía ngoài “thoát không” có sự biến đổi nhanh hơn vị trí phía trong “thoát không”.

Kết quả đo nhiệt độ lớp trên bê tông bằng sensor nhiệt giữa vị trí trong và ngoài “thoát không” cho thấy sự chênh lệch nhiệt độ giữa vị trí trong và ngoài “thoát không” (hình 13) tại các thời điểm trong ngày rất rõ rệt. Tại thời gian

từ 9h đến 13h thì nhiệt độ trong “thoát không” nhỏ hơn nhiệt độ môi trường xung quanh, tuy nhiên giá trị này khoảng  $0,2^{\circ}\text{C}$  (với ngày có độ chênh nhiệt độ  $4^{\circ}\text{C}$ ) nên với máy đo có độ nhạy khoảng  $0,1^{\circ}\text{C}$  thì không xác định được độ chênh lệch này. Khoảng thời gian từ 16h đến 21h thì nhiệt độ trong “thoát không” cao hơn môi trường xung quanh là  $0,4^{\circ}\text{C}$ . Vì vậy theo nhóm tác giả thời gian thuận tiện để đo “thoát không” trong ngày là từ 9h đến 13h và từ 16h đến 21h. Đối với những ngày có độ chênh nhiệt độ giữa ngày và đêm ít thì chỉ nên thực hiện vào thời gian từ 16h đến 21h.



Hình 12. Nhiệt độ lớp trên bê tông ở trong và ngoài “thoát không”.



Hình 13. Chênh lệch nhiệt độ lớp trên bê tông giữa vị trí trong và ngoài “thoát không”.

Kết quả đo nhiệt độ trên bề mặt bê tông bằng thiết bị đo Nhiệt Hồng ngoại tại thời điểm 11h, 13h, 15h trong ngày có nhiệt độ từ 26°C - 34 °C (hình 14) cho thấy tại thời điểm 11h thì nhiệt độ trong “thoát không” thấp hơn bên ngoài môi trường và tại thời điểm 13 và 15 giờ không có sự khác biệt nhiệt độ giữa trong và ngoài “thoát không”. Kết quả thử nghiệm này phù hợp với kết quả đo thử nghiệm nhiệt độ các lớp trong tấm bê tông bằng sensor nhiệt.

### 5.2. Kết quả xác định nhiệt độ chênh lệch tối thiểu có thể xác định được “thoát không”

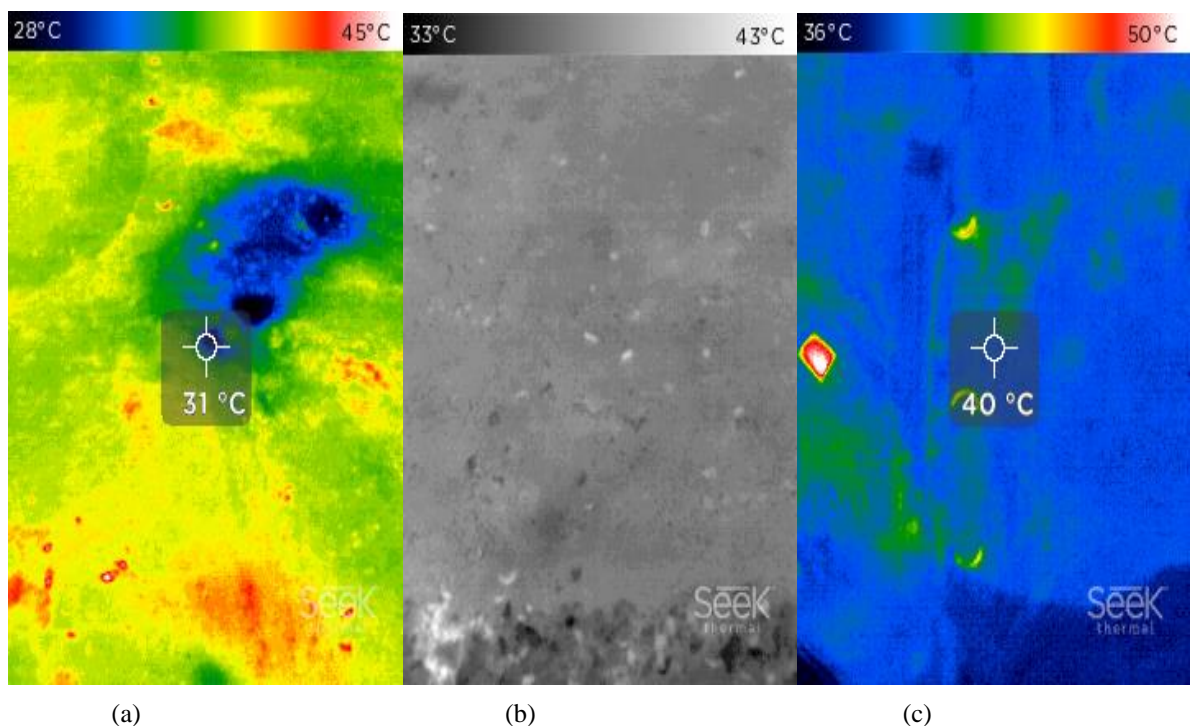
Kết quả trên hình 11 và 12 là kết quả đo bằng sensor nhiệt trong ngày có thời tiết biến đổi từ 22 đến 26°C (khoảng nhiệt độ thay đổi 4°C và điều kiện trời có nắng). Với điều kiện này vẫn có thể xác định được “thoát không”,

tuy nhiên thời gian để có thể xác định được “thoát không” là không dài từ 16h đến 21h.

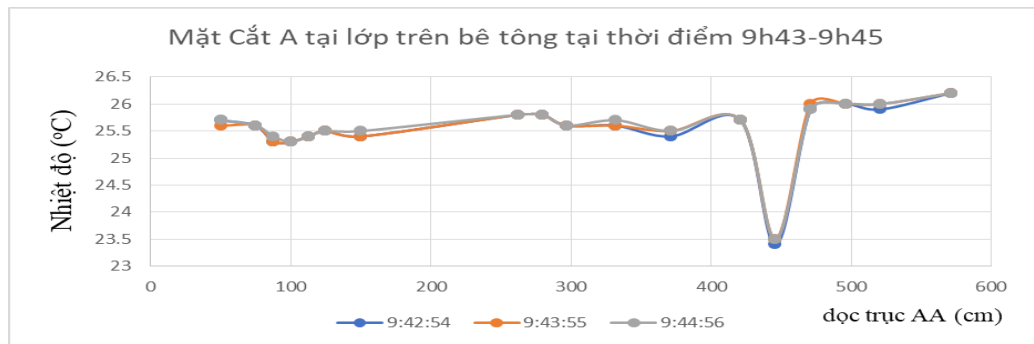
### 5.3. Kết quả xác định mối quan hệ giữa chênh lệch nhiệt độ và vị trí có “thoát không”

Kết quả khảo sát nhiệt độ được đo bằng sensor nhiệt tại các thời điểm khác nhau, qua các “thoát không” lần lượt có kích thước 0,5m; 0,75m và 1m ở hình 15 và 16 cho thấy: tại “thoát không” 1 và “thoát không” 2 có sự chênh lệch nhiệt độ với môi trường, tuy nhiên giá trị chênh lệch nhiệt độ rất nhỏ (khoảng 0,3°C) khó xác định chính xác vị trí của “thoát không”. Trên “thoát không” 3 nhiệt độ trong “thoát không” khác biệt lớn so với môi trường xung quanh.

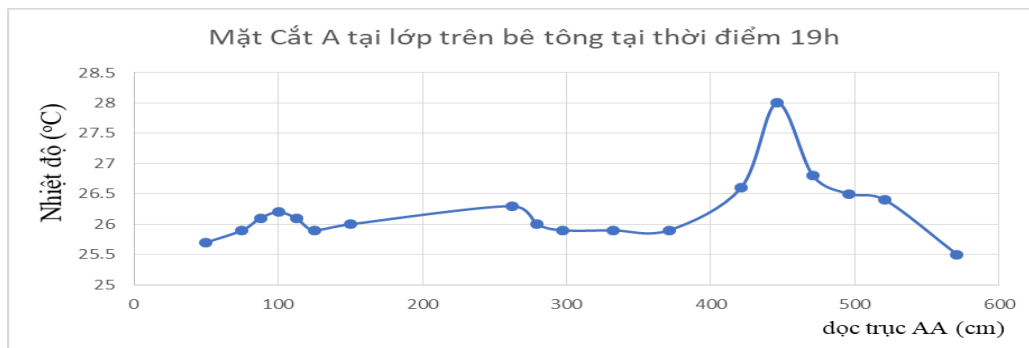
Từ đó thấy rằng với các “thoát không” nhỏ hơn 1m rất khó xác định được vị trí bằng phương pháp Nhiệt Hồng ngoại.



Hình 14. Nhiệt độ bề mặt bê tông đo bằng phương pháp Nhiệt Hồng ngoại tại các thời điểm 11h (a), 13h (b) và 15h (c) trong ngày có nhiệt độ từ 26°C-34 °C.



Hình 15. Kết quả đo nhiệt độ qua các “thoát không” tại thời điểm 9h43-9h45.



Hình 16. Kết quả đo nhiệt độ qua các “thoát không” tại thời điểm 19h.

## 6. Kết luận

Qua quá trình xây dựng mô hình, đo thử nghiệm bằng sensor nhiệt và thiết bị đo Nhiệt Hồng ngoại, phân tích kết quả xác định sự khác biệt nhiệt độ của lớp trên bê tông tại các vị trí mà ở dưới có “thoát không” và không có “thoát không”, từ đó xác định sự biến đổi nhiệt độ theo thời gian trên bề mặt bê tông tại vị trí có “thoát không” và vị trí xung quanh làm cơ sở để đánh giá khả năng xác định các “thoát không” dưới lớp bê tông lát mái bằng phương pháp Nhiệt Hồng ngoại, nhóm tác giả có một số nhận xét như sau:

- Thời gian tốt nhất trong ngày để xác định “thoát không” bằng phương pháp Nhiệt Hồng ngoại từ 9h đến 13h và từ 16h đến 21h. Với những ngày có độ chênh lệch nhiệt độ ngày đêm ít thì thời gian để xác định “thoát không” tốt nhất từ 16h đến 21h.

- Nhiệt độ chênh lệch tối thiểu giữa bề mặt bê tông tại vị trí “thoát không” và ngoài vị trí “thoát không” là 4°C khi trời có nắng thì có thể xác định được “thoát không”.

- Phương pháp Nhiệt Hồng ngoại có thể xác định được các “thoát không” có kích thước  $\geq 1m$  nằm dưới các tấm bê tông lát mái trên dè và đập.

Tuy nhiên, với các kết quả ban đầu nêu trên mới chỉ đánh giá được khả năng xác định các “thoát không” nằm dưới các tấm bê tông lát mái trên dè và đập trong các công trình thủy lợi bằng phương pháp Nhiệt Hồng ngoại thông qua việc nghiên cứu mô hình. Nhóm tác giả sẽ tiếp tục công bố các kết quả nghiên cứu trong các số tiếp theo về việc áp dụng phương pháp Nhiệt Hồng ngoại với mô hình các “thoát không” có kích thước  $< 1m$ , tiến hành khảo sát trên môi trường thực tế... nhằm hoàn thiện và nâng cao hiệu quả của phương pháp.

### Tài liệu tham khảo

- [1] Floyd F.Sabin, Remote Sensing: Principles and Applications, Third Edition, 2007, Waveland Press, Inc.
- [2] Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8419:2010 về công trình thủy lợi - thiết kế công trình bảo vệ bờ sông để chống lũ.
- [3] User's manual FLIR Ex series, Copyright 2017, FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide.
- [4] User's manual FLIR T4xx series, Copyright 2014, FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide.

## Evaluating the Infrared Heat Method's Ability to Detect "Air Escape" under Dyke and Dam Concrete Roof Slabs

Do Anh Chung<sup>1,2</sup>, Vu Duc Minh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institute for Ecology and Works Protection, Vietnam Academy for Water Resources,  
171 Tay Son, Dong Da, Hanoi, Vietnam*

<sup>2</sup>*VNU University of Science, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hanoi, Vietnam*

**Abstract:** Over time, "air escape" appears in irrigation works in general and in concrete-face rock-fill or concrete roof slab dams in particular. These "air escapes" (hollow layers), if not found and dealt with in time, will greatly affect the upper layer of a dam, cause soakage, leakage and shorten the life span of the structure. The paper discusses several new results obtained from applying the Infrared Heat method to assess its ability to detect "air escape" under dyke and dam concrete roof slabs.

**Keywords:** Concrete roof slabs, irrigation work, "air escape", Infrared Heat method