

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP CHỐNG THÂM SUỐI CÔN SƠN THUỘC KHU DI TÍCH ĐỀN THỜ NGUYỄN TRÃI TỈNH HẢI DƯƠNG

Đỗ Thế Quỳnh, Ngô Anh Quân, Phạm Văn Trinh

Viện Thủy công

Tóm tắt: Suối Côn Sơn là một hạng mục trong khu di tích quốc gia đặc biệt Côn Sơn – tỉnh Hải Dương. Trước đây, suối Côn Sơn với hình ảnh suối chảy rì rầm rất đẹp và đi vào thơ ca của Nguyễn Trãi, tuy nhiên trong nhiều năm gần đây suối mất nước và trở nên khô cạn. Địa chất lòng suối là nền đá phong hóa, nứt nẻ với bề mặt chứa nhiều hòn cuội tảng lớn, làm cho dòng chảy mặt đi vào trong nền qua các khe nứt. Để khôi phục lại dòng chảy mặt trên suối, một trong những giải pháp đưa ra là phải chống thấm nền để hạn chế tổn thất nước. Hiện nay, có rất nhiều giải pháp chống thấm khác nhau có thể áp dụng cho suối, song cần phải lựa chọn một giải pháp phù hợp nhất để áp dụng. Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu đề xuất giải pháp chống thấm suối phù hợp đảm bảo khả thi, bền vững, bảo tồn được cảnh quan môi trường vốn có của suối.

Từ khóa: Suối Côn Sơn, nền đá nứt nẻ, giải pháp chống thấm.

Summary: Con Son brook is a item belong to special national heritage in Hai Duong province. This spring with the beautiful picture of the murmur flow has been written in poem by Nguyen Trai poet; however, the flow has been disappearing for many latest years and streamline has become dried. The brook ground is weathered and disjointive rock and the spring belly are full of big gravel, which makes the surfical flow go into ground through the cracks. In order to restore the surfical flow, one of the solutions used is waterproofing the cracked rock ground. Today, there are many different antiseepage solutions applied for the spring, however the selecting the best solution need to be studied. This paper perform the result of proposing the most suitable antileakage solution that is feasible, steady and also protects the existing landscape, environment of the brook.

Keywords: Con Son brook, disjointive rock ground, antiseepage solution.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Suối Côn Sơn nằm giữa hai khe núi là Ngũ Nhạc và Côn Sơn có chiều dài khoảng 5km và đổ về hồ Côn Sơn, dòng suối này đã đi vào lịch sử và gắn liền với những năm cuối đời của người anh hùng, danh nhân văn hóa Nguyễn Trãi. Nơi đây, cũng là điểm dừng chân để nói chuyện với cán bộ nhân viên khu di tích và nhân dân của Bác Hồ khi người về thăm Côn Sơn. Sinh thời, Nguyễn Trãi đã có những vần thơ “Côn Sơn suối chảy rì rầm, ta nghe như

tiếng đàn cầm bên tai,...”. Suối Côn Sơn là hình ảnh rất đẹp và thiêng liêng của khu di tích. Tuy nhiên, hiện nay dòng suối này chỉ chảy vào mùa mưa từ tháng 7 đến tháng 8 hàng năm, thời gian còn lại dòng suối trở thành suối cạn làm mất đi vẻ đẹp vốn có của nó. Khu di tích Côn Sơn- Kiếp Bạc được Nhà nước xếp hạng là Khu di tích Quốc gia cấp đặc biệt [1], nên việc khôi phục và duy trì dòng chảy trên suối đã được các cơ quan chức năng đặc biệt quan tâm.

Để khôi phục lại dòng chảy mặt trên suối, ngoài các giải pháp công trình và phi công trình để cung cấp bổ sung thêm nguồn nước cho suối thì việc chống thấm nền suối để hạn

Ngày nhận bài: 02/3/2023

Ngày thông qua phản biện: 23/3/2023

Ngày duyệt đăng: 02/4/2023

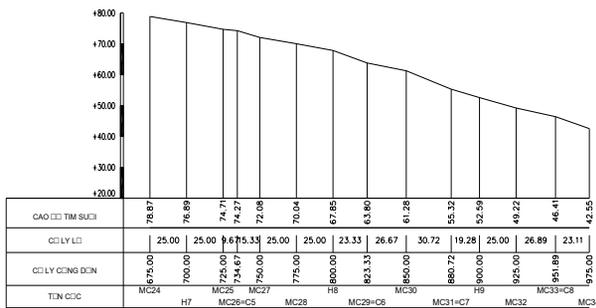
chế tồn thất nước cũng phải được thực hiện đồng thời. Hiện nay, có rất nhiều giải pháp chống thấm khác nhau có thể áp dụng cho suối, song cần phải lựa chọn một giải pháp phù hợp nhất để áp dụng. Trong nghiên cứu này giới thiệu kết quả nghiên cứu đề xuất giải pháp chống thấm suối phù hợp với điều kiện địa hình, địa chất, đảm bảo khả thi, bền vững, bảo tồn được cảnh quan môi trường và góp phần vào khôi phục, duy trì dòng chảy trên suối.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Các điều kiện tự nhiên

2.1.1. Địa hình, địa vật

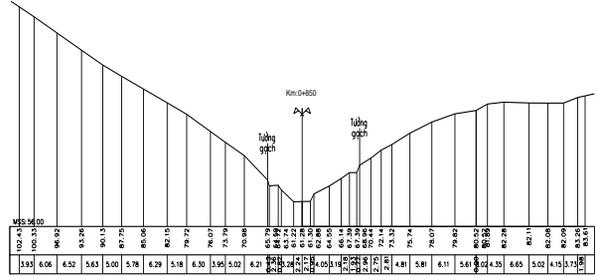
- Mặt cắt dọc suối đoạn nghiên cứu:



Hình 1: Cắt dọc đoạn suối nghiên cứu

Thực tế khảo sát cho thấy, địa hình lòng suối rất dốc [9], trong đoạn suối nghiên cứu cao độ đáy thượng lưu là +78,87m (cắt cắt MC24), cao độ đáy hạ lưu tại cầu Thấu Ngọc cạnh đền thờ Nguyễn Trãi (mặt cắt MC34 là +42,55m), độ dốc địa hình lòng suối trung bình là 12,1%. Chi tiết cắt dọc đoạn suối nghiên cứu xem Hình 1. Với độ dốc địa hình đáy suối như thế này, khi vào mùa lũ, dòng chảy trên suối sẽ có vận tốc lớn và tập trung nhanh sẽ cuốn trôi các hạt đất xuống hạ lưu và thực tế quan sát hiện trường cho thấy lòng suối không có đất che phủ.

- Mặt cắt ngang suối đoạn nghiên cứu: Kết quả khảo sát mặt cắt ngang địa hình cũng cho thấy hai bên lòng suối là mái núi rất dốc (xem Hình 2), phổ biến là 30 độ.



Hình 2: Mặt cắt ngang suối phổ biến tại Km+850

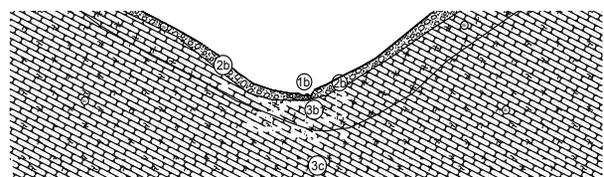
- Địa vật xung quanh suối: Xung quanh suối là rừng cây rậm rạp, bờ dốc, để tiện cho du khách tham quan và công tác quản lý khu di tích, hai tuyến đường nhỏ trên bờ suối chỉ đủ phục vụ cho người đi bộ mà không thể cho xe hoặc máy móc đi lại. Tại lòng suối gập ghềnh chứa nhiều hòn cuội tảng (xem Hình 3). Thực tế trong quá trình khoan địa chất, việc bố trí máy khoan khảo sát tại khu vực suối rất khó khăn, vất vả do địa hình không thuận lợi.



Hình 3: Hình ảnh cuội tảng lòng suối và công tác đo đạc phục vụ chống thấm suối

2.1.2. Địa chất

- Cắt ngang địa chất lòng suối Côn Sơn cho thấy bên dưới và hai bên sườn núi là cuội tảng, đá nứt nẻ, ở giữa lòng suối chứa nhiều cuội tảng lẫn cát sạn (xem Hình 4) [10].



Hình 4: Địa chất lòng suối

- + Lớp 1b: cuội tảng đa kích thước, đường kính 1-3m lẫn cát sạn (tồn tại ở lòng suối);
- + Lớp 2b: cuội tảng, cuội cát kết nâu vàng, lớn nhỏ, không đồng nhất;
- + Lớp 3b: Đá cát kết thạch anh màu xám trắng, nâu đỏ, đá phong hóa vừa, nứt nẻ vừa – ít;
- + Lớp 3c: Đá cát kết thạch anh màu xám trắng, nâu đỏ, đá phong hóa nhẹ, nứt nẻ ít.

- Báo cáo kết quả đo đạc, đánh giá thực tế các khe nứt tại lòng suối cho thấy trong phạm vi nghiên cứu lớp đá nền có tồn tại rất nhiều khe nứt với độ mở từ 1cm đến 8cm [11]. Các khe nứt này đóng vai trò như là một kênh thoát nước dẫn đi nơi khác, điều này góp phần gây thất thoát nước trên suối. Do vậy, cần phải có giải pháp chống thấm suối để ngăn chặn sự tồn thất này.

2.2. Các yêu cầu đối với giải pháp chống thấm

Các cơ quan chức năng đã đặt ra yêu cầu đối với các giải pháp đề xuất khôi phục dòng chảy suối Côn Sơn phải đáp ứng các tiêu chí sau [1]:

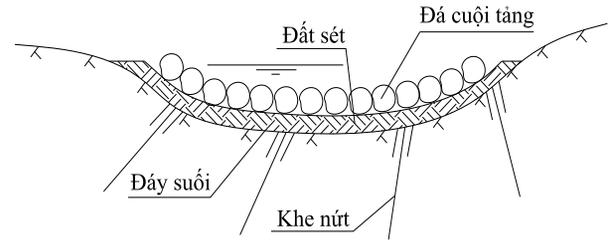
- Giải pháp phải khả thi, bền vững lâu dài theo thời gian;
- Vì là khu di tích quốc gia đặc biệt nên phải bảo tồn được cảnh quan, môi trường suối và khu vực xung quanh;
- Phù hợp với kinh phí được cấp.

Căn cứ vào các yêu cầu trên và các điều kiện tự nhiên ở đoạn suối nghiên cứu, giải pháp chống thấm đề xuất phải sử dụng các vật liệu bền vững, ổn định và có hệ số thấm nhỏ hoặc không thấm. Đối với các công trình văn hóa, tâm linh đặc biệt như đền thờ Nguyễn phải thi biện pháp thi công sử dụng máy móc rất khó để vào vị trí, ngay cả khi đưa được máy móc vào thì việc bố trí mặt bằng làm việc cho máy cũng không thuận lợi và trong quá trình những máy móc này sẽ gây ra tiếng ồn, ô nhiễm và phá vỡ cảnh quan môi trường vốn rất linh thiêng nơi đây. Do vậy, thi công bằng thủ công hoặc những máy móc nhỏ không ảnh hưởng

đến cảnh quan, môi trường sẽ được ưu tiên lựa chọn trong nghiên cứu này.

2.3. Các giải pháp chống thấm có thể áp dụng

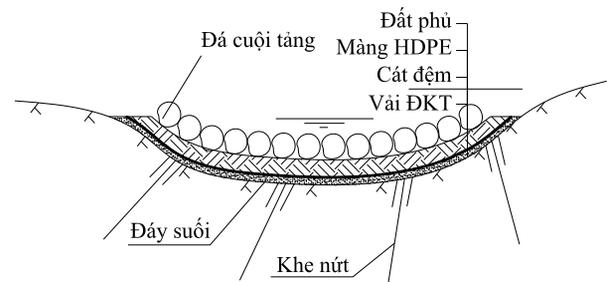
2.3.1. Giải pháp 1 - Bọc lót lòng suối bằng đất sét



Hình 5: Bọc lót lòng suối bằng đất sét

Nội dung của giải pháp đó là thi công di dời các hòn cuội tảng đường kính từ 1m đến 3m tại lòng suối đến vị trí tập kết rồi tiến hành phủ một lớp đất sét có chiều dày nhất định trên nền để lấp bịt khe nứt. Sau đó thi công hoàn trả các hòn cuội tảng lòng suối có đường kính từ 1m đến 3m để đảm bảo tồn cảnh quan ban đầu của lòng suối. Mặt cắt ngang của giải pháp chống thấm bằng đất sét xem trên Hình 5.

2.3.2. Giải pháp 2 - Bọc lót lòng suối bằng màng HDPE



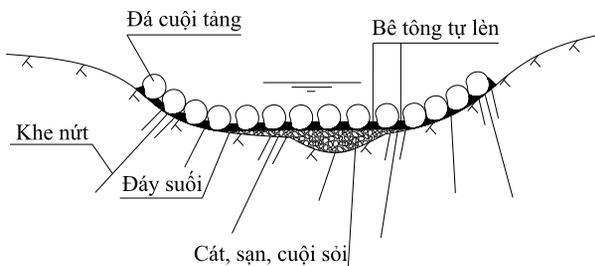
Hình 6: Bọc lót lòng suối bằng màng HDPE

Nội dung của giải pháp đó là thi công di dời các hòn cuội tảng đường kính từ 1m đến 3m tại lòng suối đến vị trí tập kết rồi tiến hành phủ một lớp bảo vệ màng chống thấm (bằng vải ĐKT và cát đệm) trên nền, tiếp đến trải một lớp màng HDPE ở giữa rồi đắp lớp đất phủ bảo vệ màng HDPE. Sau cùng thi công hoàn trả các hòn cuội tảng lòng suối có đường kính từ 1m đến 3m để đảm bảo tồn cảnh quan ban đầu của lòng suối. Mặt cắt ngang của giải pháp chống thấm bằng màng HDPE xem trên Hình 6.

2.3.3. Giải pháp 3 - Bọc lót lòng suối bằng đất nhân tạo

Do nguồn đất sét tại chỗ không có mà phải chuyển từ nơi khác đến suối, nên ý tưởng đặt ra là sử dụng đất nhân tạo để chống thấm suối. Đất nhân tạo được hình thành bằng việc cải tạo đất tự nhiên để đạt được hệ số thấm tương tự như đất sét, đây là kết quả nghiên cứu của đề tài quốc gia [5], [6]. Sau khi có được đất nhân tạo thì nội dung của giải pháp này được bố trí tương tự như Giải pháp 1.

2.3.4. Giải pháp 4 - Bọc lót lòng suối bằng bê tông tự lèn



Hình 7: Bọc lót lòng suối bằng

Theo giải pháp này, không phải di chuyển hòn cuội tảng lòng suối, chỉ cần đổ bê tông tự lèn phủ lên bề mặt đáy suối tại những chỗ hổng giữa các hòn cuội tảng. Bê tông tự lèn có khả năng tự điền đầy, chảy qua các lỗ hổng [4], [5], đồng thời sẽ bao xung quanh chân các hòn cuội tảng, qua đó ngăn được dòng mặt thấm xuống phía dưới (xem Hình 7).

2.3.5. Giải pháp 5 – trám bít khe nứt bằng khoan phụt xi măng

Do nền suối Côn Sơn là đá nứt nẻ, nên có thể dùng phương pháp khoan sâu vào nền suối để tiến hành phụt dung dịch xi măng để lấp đầy các khe nứt trong nền, qua đó đảm bảo chống thấm được cho suối. Giải pháp này đã được dùng nhiều để chống thấm cho các công trình thủy lợi. và hiện nay đã có tiêu chuẩn quốc gia về phương pháp chống thấm này [3].

2.3.6. Giải pháp 6 – trám bít khe nứt bằng khoan phụt sét

Giải pháp khoan phụt sét để chống thấm nền đá

nứt nẻ suối Côn Sơn tương tự như giải pháp khoan phụt xi măng (Giải pháp 5). Tuy nhiên thay vì dùng dung dịch xi măng sẽ dùng dung dịch sét để khoan phụt lấp đầy các khoảng hở trong nền, qua đó sẽ đảm bảo chống thấm được cho nền.

2.3.7. Giải pháp 7 – trám bít khe nứt bằng khoan phụt hóa chất

Trong thực tế, khoan phụt hóa chất đã được dùng rộng rãi để chống thấm cho các công trình. Thay vì dùng vật liệu là dung dịch xi măng và sét, dung dịch hóa chất được lựa chọn sử dụng. So với khoan phụt xi măng và khoan phụt sét thì khoan phụt hóa chất có khả năng chống thấm tốt hơn do khả năng xâm nhập cao của nó vào các khe nứt nhỏ [6], [7]. Khoan phụt hóa chất thỏa mãn được yêu cầu khắc khe về mức độ rò rỉ ít sau khi hoàn thành kể cả việc kiểm soát thời gian keo hóa, trong khi nếu áp dụng khoan phụt xi măng hoặc khoan phụt sét thì không đáp ứng được.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Để có cơ sở lựa chọn một giải pháp chống thấm phù hợp, khả thi nhất trong số 7 giải pháp có thể áp dụng nêu trên, dưới đây sẽ phân tích, thảo luận đánh giá từng giải pháp dựa trên các điều kiện tự nhiên, yêu cầu về bảo tồn cho khu di tích, độ bền vững, khả năng kinh phí, ...

3.1. Giải pháp 1, giải pháp 3 - Bọc lót lòng suối bằng đất sét

- Ưu điểm:

- + Chống thấm được tạm thời cho suối;
- + Vật liệu thông dụng;
- + Cách làm thông dụng.

- Nhược điểm:

- + Tại vị trí lòng suối có nhiều cuội tảng đường kính lớn từ 1-3m và rất nặng thì việc vận chuyển di dời các hòn cuội tảng này đến nơi tập kết trước khi bọc lót bằng đất sét (sau đó là vận chuyển chúng lại để hoàn trả lòng suối) là việc vô cùng khó khăn, mất nhiều thời gian và tốn kém nếu thực hiện bằng thủ công;

+ Không đảm bảo được tính nguyên gốc của cảnh quan: Việc hoàn trả lại các cuội tảng lòng suối sẽ không bảo tồn được cảnh quan quan ban đầu của di tích.

+ Đất sét phải khai thác và vận chuyển đến để đắp do đó làm tăng giá thành và ảnh hưởng đến môi trường;

+ Không an toàn khi có mưa lũ do địa hình lòng suối dốc, về mùa lũ khi có mưa lớn, dòng chảy trên suối sẽ lớn và tập trung nhanh sẽ làm rửa trôi lớp đất đất sét đã bọc phủ do đất sét là vật liệu có tính liên kết kém bền.

- Giải pháp này không không được đề xuất áp dụng, bởi vì:

+ Không bảo tồn được cảnh quan của di sản trong thiết kế và thi công giải pháp;

+ Không bền vững do lớp đất sét dễ dàng bị rửa trôi.

3.2. Giải pháp 2 - Bọc lót lòng suối bằng màng HDPE

- Ưu điểm:

+ Chống thấm được tạm thời cho suối;

+ Vật liệu thông dụng;

+ Cách làm thông dụng.

- Nhược điểm:

+ Tại vị trí lòng suối có nhiều cuội tảng đường kính lớn từ 1-3m và rất nặng thì việc vận chuyển đi dời các hòn cuội tảng này đến nơi tập kết trước khi bọc lót bằng màng chống thấm HDPE (sau đó là vận chuyển chúng lại để hoàn trả lòng suối) là việc vô cùng khó khăn, mất nhiều thời gian và tốn kém nếu thực hiện bằng thủ công;

+ Không đảm bảo được tính nguyên gốc của cảnh quan: Việc hoàn trả lại các cuội tảng lòng suối sẽ không bảo tồn được cảnh quan quan ban đầu của di tích;

+ Để bảo vệ màng HDPE bằng đất phủ và cát đệm thì cần phải khai thác và vận chuyển từ nơi khác đến, do đó làm tăng giá thành và ảnh hưởng đến môi trường;

+ Lớp đất phủ bảo vệ màng HDPE sẽ không an toàn khi có mưa lũ do địa hình lòng suối dốc, về mùa lũ khi có mưa lớn, dòng chảy trên suối sẽ lớn và tập trung nhanh sẽ làm rửa trôi lớp đất đất phủ vì đất là vật liệu có tính liên kết kém bền, khi đất phủ màng bị rửa trôi sẽ làm lộ màng và làm màng dễ dàng bị rách, bị thủng do tác động từ bên ngoài làm mất tác dụng của màng, do đó giải pháp này không được an toàn và bền vững theo thời gian.

- Giải pháp này không không được đề xuất áp dụng, bởi vì:

+ Không bảo tồn được cảnh quan của di sản trong thiết kế và thi công giải pháp;

+ Không bền vững do lớp đất phủ dễ dàng bị rửa trôi bởi dòng chảy do địa hình lòng suối dốc và đất phủ có tính liết kết kém bền.

3.3. Giải pháp 4 - Bọc lót lòng suối bằng bê tông tự lèn

- Ưu điểm:

+ Chống thấm tốt được cho suối;

+ Vật liệu thông dụng;

+ Cách làm thông dụng;

+ Bền vững khi có mưa lũ, không bị rửa trôi như đất sét, tuổi thọ vật liệu cao, có thể coi là vĩnh cửu;

+ Đảm bảo được cảnh quan của di tích.

- Nhược điểm:

+ Vật liệu bọc lót không có sẵn, phải chuyển từ nơi khác về góp phần làm tăng giá thành;

+ Việc khai thác, vận chuyển các loại vật liệu sẽ góp phần làm tăng ô nhiễm môi trường cho địa phương.

- Giải pháp này được đề xuất áp dụng, bởi vì:

+ Bảo tồn được cảnh quan của di sản trong thiết kế và thi công giải pháp;

+ Độ bền cao, không bị phá hoại do dòng lũ trên suối, tuổi thọ của vật liệu rất cao, có thể coi là bền vĩnh cửu theo thời gian.

+ Tại hội thảo khoa học được tổ chức tại khu di tích ngày 05/10/2022, giải pháp đề xuất được các cơ quan chức năng có liên quan, các nhà khoa học, các chuyên gia rất đồng tình, ủng hộ và đánh giá cao giải pháp đề xuất này.

3.4. Giải pháp 5 – trám bịt khe nứt bằng khoan phụt xi măng

- Ưu điểm:

- + Chống thấm tốt được cho suối;
- + Vật liệu thông dụng;
- + Cách làm thông dụng;
- + Bền vững khi có mưa lũ, vật liệu không bị rửa trôi như đất sét, tuổi thọ của vật liệu cao, có thể coi là vĩnh cửu;
- + Đảm bảo được cảnh quan của di tích do màn chống thấm nằm ngầm trong nền đá của suối.

- Nhược điểm:

- + Hiện trường thi công chống thấm suối là mái dốc, lòng suối gồ ghề nên sẽ có những khó khăn khi chuẩn bị mặt bằng thi công;
- + Vật liệu phải chuyển từ nơi khác về góp phần làm tăng giá thành;
- + Việc vận chuyển loại vật liệu sẽ góp phần làm tăng ô nhiễm môi trường cho địa phương;
- + Nền đá rắn chắc trong khi lại khoan nền với mật độ hố khoan dày, biện pháp thi công sử dụng nhiều máy móc sẽ ảnh hưởng nhiều đến môi trường, giá thành sẽ cao.

- Giải pháp này không không được đề xuất áp dụng, bởi vì:

- + Biện pháp thi công sử dụng nhiều máy móc sẽ ảnh hưởng nhiều đến môi trường trong khu di tích;
- + Nền đá rắn chắc trong khi lại khoan nền với mật độ hố khoan dày, nên giá thành sẽ cao.

3.5. Giải pháp 6 – trám bịt khe nứt bằng khoan phụt sét

Mặc dù giải pháp này có khả năng chống thấm tốt, bảo tồn được cảnh quan của di tích. Tuy

nhiên vật liệu này không bền vững lâu dài và chỉ dùng để chống thấm tạm thời [8]. Vì vậy, các tác giả sẽ không đề xuất áp dụng giải pháp này.

3.6. Giải pháp 7 – trám bịt khe nứt bằng khoan phụt hóa chất

- Ưu điểm:

- + Chống thấm tốt được cho suối;
- + Chống thấm được cả trong môi trường đất đá có dòng chảy ngầm mà không bị rửa trôi do kiểm soát được thời gian keo hóa. Tuy nhiên, đối với suối Côn Sơn thì không cần ưu điểm này do mực nước ngầm ở rất sâu;
- + Bền vững khi có mưa lũ;
- + Đảm bảo được cảnh quan, môi trường của di tích do màn chống thấm nằm ngầm trong nền đá của suối.

- Nhược điểm:

- + Hiện trường thi công chống thấm suối là mái dốc, lòng suối gồ ghề nên sẽ có những khó khăn khi chuẩn bị mặt bằng thi công;
 - + Giá thành đắt hơn so với khoan phụt xi măng;
 - + Tuổi thọ vật liệu không cao.
- Giải pháp này không không được đề xuất áp dụng, bởi vì:
- + Giá thành đắt hơn so với khoan phụt xi măng;
 - + Độ bền không cao trong khi yêu cầu đặt ra là giải pháp phải khả thi, bền vững theo thời gian.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng Giải pháp 4 - Bọc lót lòng suối bằng bê tông tự lèn được đề xuất áp dụng để chống thấm cho suối Côn Sơn do có khả năng chống thấm tốt, bảo tồn được cảnh quan môi trường khu di tích, bền vững lâu dài theo thời gian. Cũng tại hội thảo khoa học được tổ chức tại khu di tích ngày 05/10/2022, giải pháp đề xuất này được các cơ quan chức năng có liên quan, các nhà khoa học, các chuyên gia rất đồng tình, ủng hộ và đánh giá cao.

- Đề nghị triển khai thiết kế chi tiết giải pháp chống thấm suối Côn Sơn bằng bê tông tự lèn;
- Kết quả nghiên cứu này cần được nhân rộng áp dụng vào những nơi có điều kiện tương tự như suối Côn Sơn trong phạm vi cả nước.

LỜI CẢM ƠN: Bài báo này sử dụng kết quả nghiên cứu của đề tài “Nghiên cứu đề xuất

giải pháp duy trì dòng chảy cho suối Côn Sơn thuộc khu di tích đền thờ Nguyễn Trãi, tỉnh Hải Dương” Mã số ĐTĐL.CN.54/20 do Viện Thủy công là cơ quan chủ trì. Xin chân thành cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ đã bố trí kinh phí kịp thời để các tác giả có thể hoàn thành các nghiên cứu của mình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ KHCN (2020), Thuyết minh đề tài “Nghiên cứu đề xuất giải pháp duy trì dòng chảy cho suối Côn Sơn thuộc khu di tích đền thờ Nguyễn Trãi, tỉnh Hải Dương”.
- [2] Bộ KHCN (2019), Báo cáo tổng hợp kết quả đề tài “Nghiên cứu sử dụng Puzolan tự nhiên trong xây dựng và bảo trì các công trình giao thông nông thôn, thủy lợi trên địa bàn tỉnh Đắk Nông”.
- [3] Bộ KHCN (2019), TCVN 8645:2019 - Công trình thủy lợi – Thiết kế, thi công và nghiệm thu khoan phụt vữa xi măng vào nền đá.
- [4] Bộ KHCN (2020), TCVN 12631:2020, Bê tông tự lèn – Thiết kế thành phần.
- [5] Bộ KHCN (2020), TCVN 12632:2020, Bê tông tự lèn – Thi công và nghiệm thu.
- [6] Nguyễn Quốc Dũng, Nguyễn Quốc Huy, Phùng Vĩnh An, Trần Văn Quang (2011), Báo cáo khả năng ứng dụng của công nghệ khoan phụt hóa chất để sửa chữa các công trình thủy lợi.
- [7] Nguyễn Quốc Dũng (2012), Hướng dẫn khoan phụt silica-sol cho nền đá.
- [8] Trường ĐHTL, Thủy công tập 1. NXB Xây dựng. Hà Nội.
- [9] Viện Thủy công (2022), Báo cáo khảo sát địa hình suối Côn Sơn.
- [10] Viện Thủy công (2022), Báo cáo khảo sát địa chất suối Côn Sơn.
- [11] Viện Thủy công (2022), Báo cáo khảo sát nghiên cứu đặc điểm các đứt gãy, khe nứt trong khu vực và đoạn suối bị mất nước.
- [12] Viện Thủy công (2022), Báo cáo kết quả nghiên cứu “Nghiên cứu công nghệ cứng hóa đất bùn nạo vét để sử dụng trong san lấp mặt bằng thay thế cát”.