

ỨNG DỤNG HỆ SƠN POLYUREA ĐỂ CHỐNG THẨM KHE BIẾN DẠNG CỦA ĐẬP BÊ TÔNG SAU KHI TÍCH NƯỚC

ThS. **NGUYỄN ĐĂNG KHOA**, TS. **PHẠM VĂN KHOAN**, KS. **NGUYỄN VĂN TUẤN**
Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Trong những năm gần đây ở nước ta có rất nhiều công trình đập thủy điện, thủy lợi đã và đang được xây dựng. Với các đập bê tông đã thi công xong sau khi tích nước hầu hết đều bị thấm, chủ yếu là thấm qua khe biến dạng. Để khắc phục tình trạng này giải pháp hữu hiệu được đưa ra là chống thấm mặt thượng lưu khe biến dạng của đập. Do bê tông ngâm trong nước đã lâu nên có độ ẩm cao vì vậy để đảm bảo hệ sơn polyurea bám dính tốt với nền bê tông cần lựa chọn loại sơn lót gốc nước. Với các ưu điểm vượt trội hệ sơn phủ polyurea đã được lựa chọn như là một giải pháp hữu hiệu nhất để chống thấm cho mặt thượng lưu khe biến dạng (KBD).

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu ứng dụng hệ sơn phủ polyurea để chống thấm phía mặt thượng lưu khe biến dạng cho đập bê tông đầm lăn Thủy điện Sông Tranh 2, Thủy điện Bản Vẽ và Thủy điện Bản Chát. Việc chống thấm này thực hiện sau khi hồ đã tích nước và bước đầu cho kết quả chống thấm tốt.

Từ khóa: polyurea, chống thấm, khe biến dạng, độ bám dính, đập bê tông.

1. Hiện trạng thấm qua khe biến dạng đập bê tông

Đập bê tông (thủy lợi, thủy điện,...) được xây dựng nhiều ở nước ta trong những năm gần đây, chủ yếu là các đập trọng lực, bê tông khối lớn và

xây dựng theo công nghệ bê tông đầm lăn (BTĐL). Đến nay Việt Nam đã và đang xây dựng hàng chục đập BTĐL lớn [1], như đập thủy điện Bản Vẽ cao 136 m, đập thủy điện Bản Chát cao 130m, đập thủy điện Sơn La cao 139m, đập thủy điện Đồng Nai 4 cao 128m,...

Theo tiêu chuẩn thiết kế đập bê tông [2] đều phải bố trí các khe biến dạng (KBD) để chống nứt ngang khi đập co dãn, biến dạng, xảy ra chủ yếu do nhiệt độ thay đổi và chuyển dịch trong quá trình thi công và khai thác. Ở Việt Nam tính đến nay đã có khoảng 20 công trình BTĐL lớn thi công xong và đã tích nước để sử dụng. Tuy nhiên ở hầu hết các công trình, sau khi tích nước đã xảy ra hiện tượng thấm, hiện tượng thấm chủ yếu là thấm qua khe biến dạng. Dưới đây là hình ảnh thấm qua khe biến dạng của một số đập bê tông (hình 1 - 3):



Hình 1. Thấm qua khe biến dạng đập thủy điện Sông Tranh 2



Hình 2. Thấm qua khe biến dạng đập thủy điện Bản Vẽ



Hình 3. Thấm qua khe biến dạng đập thủy điện Bản Chát

Với lưu lượng thấm qua các khe nhiệt có thể từ vài lít/giây đến hàng chục lít/giây, khi nước thấm qua các KBD nếu không được xử lý theo thời gian lưu lượng thấm ngày càng tăng lên, và vượt quá giới hạn cho phép. Về lâu dài khi nước thấm qua các khe biến dạng sẽ gây ra hiện tượng xâm thực hòa tan, rửa trôi dẫn đến làm giảm chất lượng bê tông và an toàn đập. Vì vậy, một trong những vấn

đề được quan tâm nhiều trong thời gian gần đây là xử lý chống thấm cho đập BTĐL, bao gồm cả chống thấm cho thân đập và các KBD, trong đó chống thấm qua các KBD được quan tâm hơn cả. Vật liệu dùng để chống thấm KBD phải có khả năng chống thấm cao, đàn hồi và dẻo dai. chịu va đập, bám dính tốt với nền bê tông, có độ bền lâu trong nước,... để phù hợp với điều kiện làm việc của KBD. Với các

ưu điểm vượt trội, hệ sơn phủ polyurea đã được lựa chọn như là một giải pháp hữu hiệu nhất để chống thấm cho thượng lưu KBD, các ưu điểm như: đáp ứng tiến độ thi công nhanh do polyurea có thời gian khô rất nhanh, đông rắn ngay cả trong điều kiện môi trường có độ ẩm cao, nhiệt độ thấp, khả năng chống thấm tuyệt hảo, chịu va đập tốt, độ bền cao, rất dẻo dai, bám dính tốt với nền bê tông, bền trong nước.

2. Kết quả kiểm tra chỉ tiêu kỹ thuật của hệ sơn phủ polyurea trong phòng thí nghiệm

2.1 Vật liệu và phương pháp thí nghiệm

a. Vật liệu

- Bê tông: Mẫu bê tông đầm lặn lấy tại công trình;
- Sơn lót AM3 có thông số kỹ thuật như sau: Hàm lượng nhựa 63,6%; độ nhớt 68 giây; thời điểm phun là 44 giờ;
- Sơn polyurea là Polytop 200 - hãng Atek Hàn Quốc;
- Keo PU Polytop Aseal 47 - hãng Atek Hàn Quốc: độ dẫn dài > 450 %.

b. Phương pháp thí nghiệm:

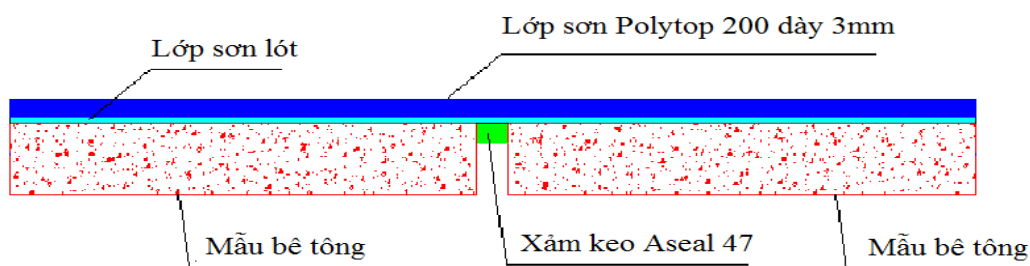
* Tiêu chuẩn áp dụng:

- Độ nhớt của sơn TCVN 2092 : 1993;

- Độ bám dính của sơn với nền TCVN 9349 : 2012;
- Độ dẫn dài khi đứt và cường độ kéo đứt của sơn ASTM D412;
- Chiều dày màng sơn TCVN 9406 : 2012;
- Độ chống thấm nước của bê tông TCVN 3116 : 1993;
- Cường độ kháng xé ASTM D624;
- Cường độ kháng xuyên thủng ASTM D4833;
- Độ bền va đập của sơn TCVN 2100-2:2007;
- Độ bền uốn 90^0 của màng sơn TCVN 2099-1993.

2.2 Mô hình thí nghiệm thử độ dẫn dài của màng polyurea

Mô hình thí nghiệm thử độ dẫn dài của màng sơn polyurea như trên hình 4, gồm hai mẫu bê tông kích thước (10 x 10 x 40) cm đặt cách nhau 1cm. Giữa khe hở được xảm keo có độ đàn hồi lớn Polytop Aseal 47. Sau đó phun lớp sơn chống thấm polyurea dày 3mm lên bề mặt hai mẫu bê tông và bề mặt keo. Tác dụng của lớp keo này thứ nhất bản thân nó là một lớp chống thấm, thứ hai lớp keo này là tạo trước một khoảng hở để làm tăng độ dẫn dài của màng sơn polyurea, đồng thời cũng triệt tiêu được biến dạng có thể xảy ra tại khe.



Hình 4. Mô hình kiểm tra độ dẫn dài của màng polyurea trên nền bê tông

2.3 Kết quả thí nghiệm một số chỉ tiêu kỹ thuật của hệ sơn polyurea

2.3.1 Xác định độ bám dính của hệ sơn polyurea với nền bê tông

Mẫu bê tông được vệ sinh sạch và xử lý bề mặt, sau đó tạo ẩm cho nền bê tông tương tự như điều

kiện thực tế (độ ẩm > 5,0%). Tiến hành quét sơn lót AM3, định mức $0,2 \text{ kg/m}^2$. Sau khi quét sơn lót được 42 giờ thì tiến hành phun phủ sơn polyurea lên bề mặt bê tông đã quét sơn lót. Sau khi phun phủ polyurea được 5 ngày tiến hành thử độ bám dính của hệ sơn polyurea với nền bê tông, kết quả thí nghiệm được thể hiện ở bảng 1 và hình 5.

Bảng 1. Kết quả thử độ bám dính của hệ sơn polyurea với nền bê tông

TT	Chỉ tiêu	Mẫu			Độ bám dính trung bình (MPa)	Dạng phá hoại
		M1	M2	M3		
1	Độ bám dính	1,4	1,5	1,5	1,5	Phá hoại trong nền bê tông



Hình 5. Thí nghiệm độ bám dính của hệ sơn polyurea với nền bê tông

2.3.2 Xác định khả năng chống thấm của màng sơn polyurea

Mẫu thử gồm 06 mẫu bê tông hình trụ $h \times d = 150 \times 150 \text{ mm}$ (hình 6). Khoan 1 lỗ thẳng dọc theo hình trụ để tạo lỗ quan sát khi nước thấm qua màng phủ polyurea, lỗ khoan này được cho các viên đá vào trong, các viên đá liên kết điểm với nhau bằng hồ xi măng giống như “bồng ngô” để đảm bảo khi nước thấm qua màng thì quan sát được. Một bề mặt của mẫu thử được phun phủ lớp chống thấm polyurea dày lần lượt là 1mm, 2mm và 3mm. Trước

khi phun phủ sơn polyurea tiến hành vệ sinh bề mặt và quét sơn lót AM3. Với cấp áp lực nước là 14 atm (chiều cao cột nước là 140m), tiến hành thử cho thấy lớp sơn polyurea dày 1mm, 2mm, 3mm không có hiện tượng nước thấm qua, tuy nhiên với màng dày 1mm thì có hiện tượng màng bị biến dạng và có sự bong tách với nền bê tông. Qua đó nhận thấy rằng lớp sơn phủ polyurea có tính năng chống thấm nước rất tốt ở cột nước 140m với chiều dày 2mm và 3mm.



a) Chuẩn bị mẫu thử



b) Phun sơn polyurea tạo mẫu thử



c) Lắp đặt mẫu và tiến hành thử thấm

Hình 6. Thử nghiệm tính năng chống thấm của vật liệu polyurea

2.3.3 Xác định độ giãn dài và lực kéo đứt của vật liệu polyurea

Độ giãn dài và lực kéo đứt của vật liệu polyurea được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Kết quả độ giãn dài và lực kéo đứt của màng sơn polyurea

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm các mẫu khác nhau					
			M1	M2	M3	M4	M5	Trung bình
1	Độ giãn dài	%	296	315	310	298	295	303
2	Lực kéo đứt	MPa	20,6	20,5	21,2	20,6	21,1	20,8

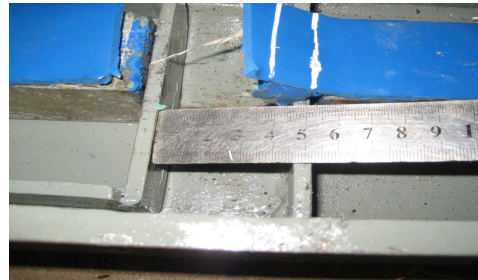
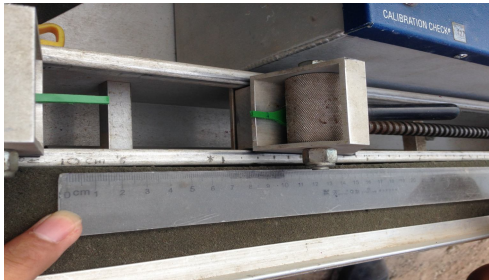
Theo [1] các khe biến dạng của đập thủy điện thường có độ biến dạng lớn, dao động trong khoảng từ 02 - 10mm. Trước khi ứng dụng vào

chống thấm cho các khe biến dạng, tác giả đã tiến hành làm mô hình mô phỏng thực tế làm việc khe biến dạng của đập để xác định độ giãn dài

của màng sơn polyurea trên mô hình của khe biến dạng (hình 7).

Kết quả thí nghiệm: Trước khi kéo khoảng hở giữa hai mẫu bê tông là 1,0 cm, sau khi

màng sơn polyurea bị kéo đứt, tiến hành đo khoảng hở giữa hai mẫu bê tông được giá trị là trên 4,0 cm tương đương với độ giãn dài lớn hơn 300%.



Hình 7. Thí nghiệm độ giãn dài và lực kéo đứt của màng sơn polyurea

2.3.4 Thí nghiệm một số tính chất khác của màng sơn polyurea

Các tính chất cơ lý khác của màng sơn chống thấm polyurea, kết quả được nêu trong bảng 3 dưới đây:

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm một số tính chất khác của màng sơn polyurea

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả			
			M1	M2	M3	Trung bình
1	Cường độ kháng xé	kN/m	86,1	85,2	87,1	86,1
2	Cường độ kháng xuyên thủng	N	660	680	675	672
3	Độ bền uốn 90 ⁰	-	Không bị bong tách.			
4	Độ bền va đập của sơn	Kg.m	37,7	33,8	30,8	34,1

Một số hình ảnh thí nghiệm sơn polyurea được trình bày trong Hình 8, hình 9 và Hình 10.



Hình 8. Chuẩn bị mẫu thử kháng xé rách



Hình 9. Thí nghiệm độ bền va đập



Hình 10. Thí nghiệm độ bền uốn 90⁰

Trên cơ sở các kết quả thí nghiệm trong điều kiện phòng thí nghiệm có thể nhận thấy vật liệu polyurea là loại vật liệu dẻo đa tính năng, có khả năng chống thấm rất tốt, độ bám dính với nền bê tông cao, độ đàn hồi cao và chịu va đập. Do vậy việc lựa chọn hệ sơn polyurea để chống thấm cho mặt thượng lưu khe biến dạng các đập bê tông là phù hợp.

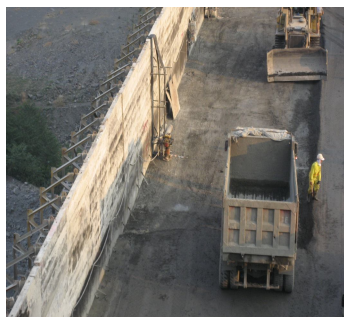
3. Kết quả ứng dụng hệ sơn polyurea để chống thấm khe biến dạng

3.1 Lựa chọn chiều dày và bề rộng phủ hệ sơn polyurea

- Dựa theo kết quả thí nghiệm, điều kiện thực tế thi công và vận hành công trình lựa chọn chiều dày màng chống thấm là 3 mm;

- Dựa vào cấu tạo của KBD các đập bê tông như trong hình 13 nhận thấy khi chiều rộng lớp phủ càng mở rộng thì khả năng chống thấm qua khe biến dạng của đập bê tông càng tăng lên. Tại vị trí khe biến dạng có lắp đặt các băng cách nước và tấm đồng nên trong khoảng 1,0 m đến 1,5 m gần KBD khi thi

công đổ bê tông đầm lặn các thiết bị lu lèn (xe lu) không tiếp cận để đầm lèn bê tông được, mà khu vực gần khe biến dạng chủ yếu là dùng đầm bàn (hình 11), vì thế chất lượng của bê tông tại vị trí này



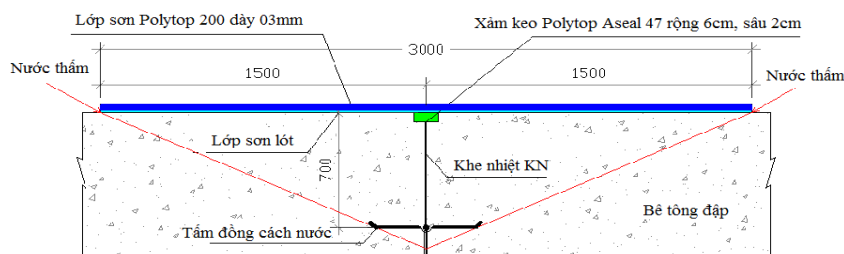
Hình 11. Đầm bê tông tại khe biến dạng

không được tốt so với các vị trí khác. Trên cơ sở phân tích hiện trạng thấm, nứt của KBD (hình 12) để lựa chọn chiều rộng màng chống thấm polyurea dọc theo KBD là 3,0 m (mỗi bên KBD 1,5 m).



Hình 12. Vết nứt tại khe biến dạng

Thiết kế chống thấm điển hình cho thượng lưu khe biến dạng của đập bê tông được trình bày trên hình 13:



Hình 13. Thiết kế điển hình chống thấm khe biến dạng bằng hệ sơn polyurea

3.2 Ứng dụng hệ sơn polyurea để chống thấm cho mặt thượng lưu khe biến dạng đập bê tông sau khi đã tích nước

Trong phần ứng dụng, bài báo sẽ trình bày việc sử dụng hệ sơn polyurea để xử lý chống thấm cho mặt thượng lưu khe biến dạng của các đập bê tông sau:

a. Đập thủy điện Sông Tranh 2 – tỉnh Quảng Nam, diện tích phủ PUA 1.500m²

Công trình thủy điện Sông Tranh 2 được xây dựng tại huyện Bắc Trà My, tỉnh Quảng Nam có công suất 190MW - 02 tổ máy, đập bê tông đầm lặn cao 95m. Tháng 11/2011, sau khi tích nước đến mực nước dâng bình thường thì xảy ra hiện tượng thấm qua đập lớn hơn so với yêu cầu thiết kế, chủ yếu là thấm qua các khe nhiệt. Công trình đã được hạ mực nước để tiến hành xử lý chống thấm thượng lưu các khe biến dạng, phạm vi xử lý chống thấm từ cao độ 140m đến 175m.

b. Đập thủy điện Bản Vẽ - tỉnh Nghệ An, diện tích phủ PUA 1.200m²

Công trình thủy điện Bản Vẽ nằm trên thượng nguồn dòng sông Nậm Non, thuộc huyện Tương Dương, tỉnh Nghệ An, được xây dựng từ năm 2005. Đây là công trình thủy điện lớn nhất khu vực Bắc miền Trung với công suất 320 MW, đập bê tông

đầm lặn, cao 136 m. Sau khi tích nước đập xảy ra hiện tượng thấm qua các khe nhiệt. Việc ứng dụng hệ sơn polyurea cho công tác chống thấm khe biến dạng đập thủy điện Bản Vẽ được tiến hành nhiều đợt (năm 2012, 2013, 2015). Phạm vi chống thấm từ cao trình 150 m đến 202 m.

c. Đập thủy điện Bản Chát – tỉnh Lai Châu, diện tích phủ PUA 350 m²

Dự án thủy điện Bản Chát nằm trên sông Nậm Mu thuộc địa phận huyện Than Uyên và Tân Uyên tỉnh Lai Châu. Dự án có tổng công suất thiết kế là 220MW, đập bê tông đầm lặn, cao 130m. Sau khi đập tích nước tại một số khe biến dạng có lưu lượng nước thấm qua khe lớn hơn so với thiết kế. Để đảm bảo đập vận hành an toàn, công tác thi công chống thấm các khe biến dạng sử dụng hệ sơn polyurea, phạm vi chống thấm từ cao trình 435m đến 475m.

Cả 03 công trình đập thủy điện trên là đập bê tông đầm lặn, có mác bê tông M20, sau khi tích nước các đập đều bị thấm qua các khe biến dạng, lưu lượng thấm qua các khe biến dạng của các đập ở mức độ khác nhau. Trên cơ sở xem xét hồ sơ thiết kế, khảo sát hiện trạng và nguyên nhân thấm

để đưa ra thiết kế và quy trình xử lý chống thấm cho các khe biến dạng của đập, cụ thể như sau:

- Lắp đặt giá treo phục vụ thi công;
- Cắt đục tạo rãnh rộng 6 cm, sâu 2 cm dọc theo các khe biến dạng;
- Vệ sinh sạch bề mặt bê tông rộng 3m dọc theo khe biến dạng (mỗi bên 1,5 m);

- Trám vá các lỗ rỗng rỗ bằng vữa xi măng - cát mịn;
- Xả keo Polytop Aseal 47 vào khe đã được đục;
- Quét lớp sơn lót AM3 rộng 3m dọc theo khe biến dạng;
- Phun lớp sơn polyurea dày trung bình 3mm, rộng 3m lên bề mặt bê tông đã quét sơn lót.

Bảng 4. Kết quả khảo sát nền bê tông đập và kết quả ứng dụng hệ sơn polyurea cho các đập bê tông

TT	Công trình đập bê tông thủy điện	Kết quả khảo sát		Hệ polyurea		Độ bám dính của hệ sơn polyurea với nền bê tông (MPa)
		Cường độ kéo đứt nền bê tông (MPa)	Độ ẩm của nền bê tông (%)	Sơn lót AM3, độ nhớt (giây)	Thời điểm phun polyurea (giờ)	
1	Sông Tranh 2	1,2	5,1	68,2	42,0	1,4
2	Bản Vẽ	1,4	5,1	68,2	42,0	1,6
3	Bản Chát	1,4	5,0	68,2	42,0	1,6

Ghi chú: Thời điểm thi công nhiệt độ và độ ẩm môi trường là 35°C và 65%, nên thời điểm phun đã được điều chỉnh cho phù hợp.

Kết quả thí nghiệm tại hiện trường cho thấy hệ sơn polyurea có cường độ bám dính lớn hơn 1,14 lần so với cường độ kéo đứt của nền bê tông, thí nghiệm thử bám dính cho kết quả là phá hoại tại nền bê tông. Sau khi thi công chống thấm cho các KBD,

các công trình đã tích nước trở lại và tiến hành kiểm tra hiệu quả chống thấm, kết quả cho thấy các khe biến dạng sau khi xử lý chống thấm đã hết thấm. Một số hình ảnh thi công chống thấm các KBD tại các đập bê tông thể hiện trong các hình 14, 15 và 16:



Hình 14. Phun polyurea chống thấm Đập TĐ Sông Tranh 2



Hình 15. Phun polyurea chống thấm Đập TĐ Bản Vẽ



Hình 16. Phun polyurea chống thấm Đập TĐ Bản Chát

4. Kết luận

- Việc sử dụng hệ sơn polyurea để chống thấm mặt thượng lưu cho các đập bê tông của thủy điện Sông Tranh 2, Bản Vẽ và Bản Chát đạt kết quả tốt, KBD đã hết thấm, chứng tỏ việc sử dụng hệ sơn polyurea để chống thấm là phù hợp;

- Công nghệ phun phủ sơn polyurea là công nghệ tiên tiến, rất phù hợp để thi công chống thấm mặt thượng lưu đập bê tông. Tổng diện tích phun polyurea chống thấm cho 03 công trình trên là 3.050 m²;

- Sơn polyurea bám dính tốt với nền bê tông ẩm khi sử dụng sơn lót AM3, cường độ bám dính của hệ lớn hơn 1,15 lần cường độ kéo của nền bê tông;

- Vật liệu polyurea ngoài khả năng chống thấm tốt còn có các tính năng ưu việt khác như khả năng

chống va đập tốt, có độ dẻo dai và tiến độ thi công nhanh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Quang Bình (2015), "Nghiên cứu tổ hợp phụ gia để nâng cao khả năng chống thấm nước của bê tông đầm lăn sử dụng cho đập trong điều kiện Việt Nam", *Luận án tiến sĩ kỹ thuật*.
2. Bộ Thủy lợi, "Thiết kế đập bê tông và bê tông cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế 14TCN", tr. 58-88.
3. Công ty cổ phần tư vấn xây dựng Điện 1 (2010), "Báo cáo công tác khoan lấy mẫu kiểm tra các chỉ tiêu cơ lý của RCC đập dâng – Công trình thủy điện Bản Vẽ"

Ngày nhận bài: 26/7/2016.

Ngày nhận bài sửa lần cuối: 27/9/2016.