

GIẢI PHÁP XỬ LÝ CHỐNG THẨM KHOAN PHỤT ĐẬP DÂNG HÒA LIÊN

Thái Quốc Hiền, Nguyễn Đình Trọng, Đặng Văn Kiên

Viện Thủy công

Tóm tắt: Đập dâng Hòa Liên là hạng mục trong dự án Nhà máy nước Hòa Liên, đập dâng được xây dựng trên sông Cu Đê tại thôn Nam Mỹ, xã Hòa Bắc huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng. Địa chất lòng sông tại vị trí tuyến lớp mặt là bồi tích, lũ tích (apQ) thành phần chủ yếu là cuội, sỏi, cát và tảng lăn kích thước dao động từ 5cm đến 30cm cá biệt có tảng đường kính lớn hơn 30cm, bề dày lớp tại vị trí sâu nhất lên đến 12,4m. Nhiệm vụ của đập dâng tạo nguồn cấp nước cho Nhà máy nước Hòa Liên nên yêu cầu chống thấm đối với đập dâng là hết sức quan trọng, hiện nay có rất nhiều giải pháp chống thấm cho các công trình thủy lợi, tuy nhiên với điều kiện địa chất phức tạp giải pháp khoan phụt vữa xi măng chống thấm là phù hợp nhất để áp dụng. Thông qua kết quả tính toán, giải pháp chống thấm bằng khoan phụt vữa xi măng gồm 03 hàng, khoảng cách giữa các hàng là 2,0m, khoảng cách giữa các hố khoan 3,0m đảm bảo yêu cầu chống thấm. Kết quả khoan phụt thử nghiệm bằng kết quả ép nước cho thấy màng khoan phụt chống thấm đảm bảo yêu cầu chống thấm và đập dâng đã tích nước đến mực nước dâng bình thường để đưa vào vận hành.

Từ khóa: Chống thấm, khoan phụt vữa xi măng.

Summary: Hoa Lien weir dam is an item of Hoa Lien water plant project. It is built on Cu De river in Nam My village, Hoa Bac commune, Hoa Vang district, Da Nang city. The surface layer of the foundation is the accretion (apQ) is mainly composed of pebbles, gravel, sand and rolling boulders ranging in size from 5cm to 30cm, especially with boulders larger than 30cm in diameter, layer thickness at the deepest position up to 12.4m. The target of Hoa Lien weir dam is to create a water source for Hoa Lien Water Plant, so waterproofing requirements for the weir dam are very important. Currently, there are many waterproofing solutions for irrigation works, but with the in complex geological conditions, cement mortar drilling solution is the most suitable to apply. Through the calculation results, the solution for waterproofing by cement mortar drilling consists of 03 rows, the distance between the rows is 2.0m, the distance between the drill holes is 3.0m to ensure the waterproofing requirements. The results of the test drilling by the water pressure showed that the waterproofing membrane met the requirements of waterproofing and the weir dam had accumulated water to the normal water level to put it into operation.

Keyword: Waterproofing, Cement mortar drilling.

1. GIỚI THIỆU VỀ DỰ ÁN

Đập dâng Hòa Liên được xây dựng trên sông Cu Đê, cách ngã ba hợp lưu của sông Nam và

sông Bắc khoảng 4,5km về phía hạ lưu, đây là khu vực thuộc địa phận thôn Nam Mỹ, xã Hòa Bắc huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng. Đập dâng Hòa Liên được xây dựng để cấp nước thô cho Nhà máy nước Hòa Liên với lưu lượng nước 120.000 m³/ngày tương đương lưu lượng 1,39m³/s. Công trình cũng tạo thành hồ

Ngày nhận bài: 31/5/2023

Ngày thông qua phản biện: 20/6/2023

Ngày duyệt đăng: 05/7/2023

có dung tích hữu ích 1,12 triệu m³ để cân bằng lượng nước đến với lượng nước yêu cầu và dòng chảy môi trường tối thiểu.

1.1. Điều kiện địa chất

Theo kết quả khoan khảo sát địa chất trên tuyến đập, cấu tạo các lớp nham thạch được phân bố gồm các lớp như sau:

Đới bồi, lũ tích (apQ): Thành phần chủ yếu là cuội, sỏi, cát và tầng lãn màu xám vàng, xám nâu, nâu vàng kích thước dao động từ 5cm đến 30cm, cá biệt có tầng còn > 30cm. Hỗn hợp này rất ẩm, kết cấu rời rạc, kém chặt.

❖ *Đới tàn, sườn tích (edQ):* Là đất á sét nhẹ đến á sét vừa màu xám, xám nâu, xám vàng, lãn dăm sạn. Đất ẩm, trạng thái nửa cứng đến dẻo cứng.

❖ *Đới đá phong hoá mảnh liệt (IA1):* Đá cát - bột kết xen dải đá phiến sét phong hoá mảnh liệt thành đất á sét nhẹ đến á sét nặng màu nâu, nâu vàng, nâu đỏ, xám ghi, loang lổ, trong đất chứa khoảng 10 - 25% dăm sạn. Đất ẩm, trạng thái nửa cứng đến dẻo cứng.

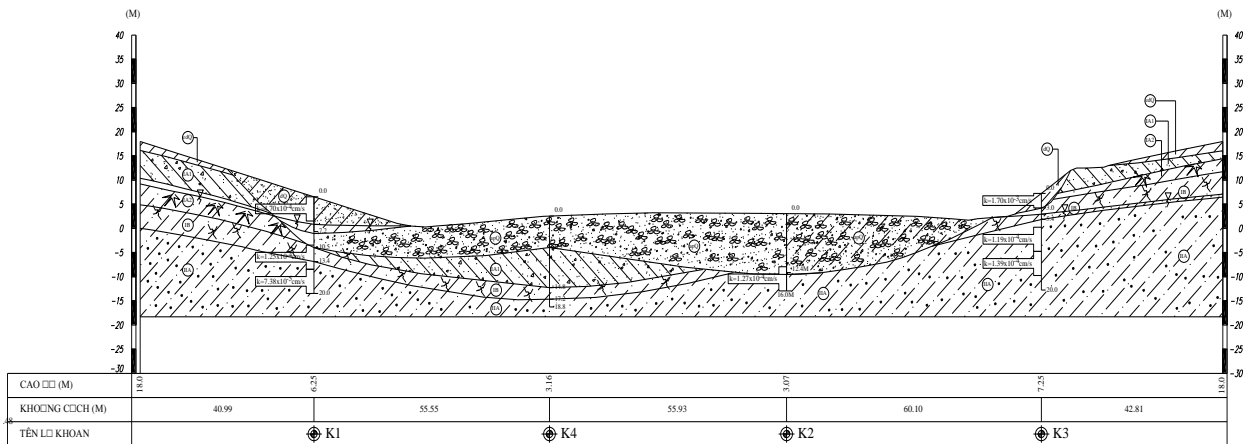
❖ *Đới đá phong hoá mạnh (IA2):* Đá cát - bột kết xen dải đá phiến sét phong hoá mạnh màu

xám, xám nâu, xám vàng. Đá mềm yếu.

❖ *Đới đá phong hoá (IB):* Đá cát - bột kết xen dải đá phiến sét phong hoá màu xám, xám sáng, xám xanh. Cấu tạo của đá chủ yếu là cấu tạo phân lớp kiến trúc hạt cát, hạt bụi cơ sở tái kết tinh hoặc cấu tạo phiến, kiến trúc hạt, tấm vảy ban tinh. Thành phần thạch học gồm: thạch anh, sericit, chlorit, muscovit, sét ... Đá nứt nẻ, cứng trung bình đến mềm yếu.

❖ *Đới đá tươi, nứt nẻ (IIA):* Đá cát - bột kết xen dải đá phiến sét tươi, nứt nẻ màu xám, xám xẫm, xám xanh, cấu tạo định hướng, kiến trúc cát, hạt bụi cơ sở tái kết tinh hoặc cấu tạo phiến, kiến trúc hạt, tấm vảy ban tinh. Thành phần thạch học gồm: thạch anh, sericit, chlorit, muscovit, sét ... Đá nứt nẻ, đá cứng đến cứng trung bình.

❖ *Đới đá tương đối nguyên vẹn (IIB):* Đá cát - bột kết xen dải đá phiến sét tươi, nứt nẻ màu xám, xám xẫm, xám xanh, cấu tạo định hướng, kiến trúc cát, hạt bụi hoặc cấu tạo phiến, kiến trúc hạt, tấm vảy ban tinh. Thành phần thạch học gồm: thạch anh, sericit, chlorit, muscovit, sét ... Đá cứng đến rất cứng.



Hình 1: Mặt cắt ngang địa chất tìm tuyến đập dâng

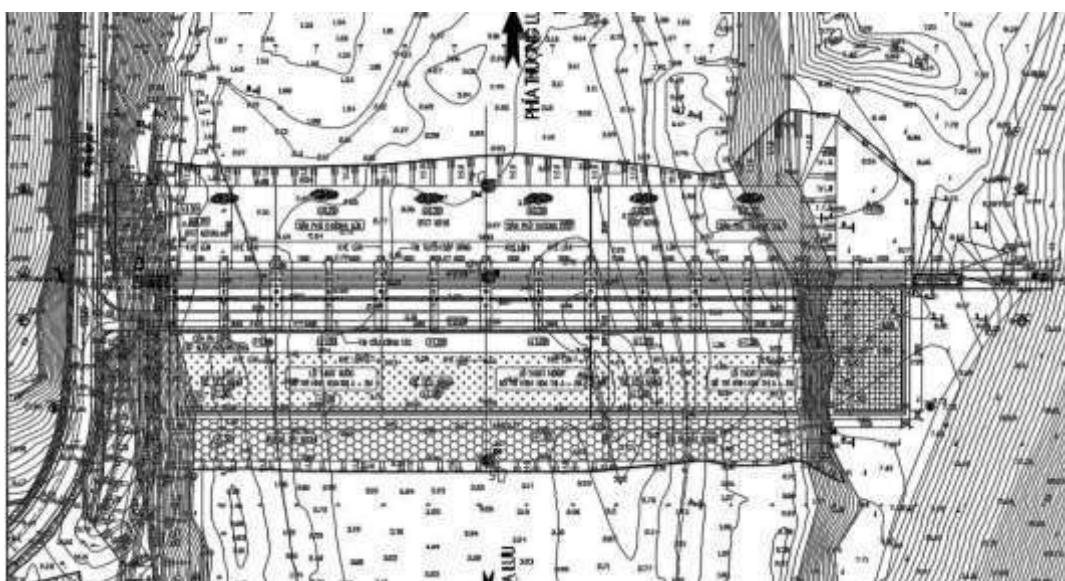
Địa chất nền Đập dâng Hòa Liên có tính thấm rất mạnh, đặc biệt là lớp đất mặt lòng sông có nguồn gốc trầm tích lũ (apQ) chủ yếu là cuội,

sỏi, cát và tầng lãn, kết cấu rời rạc, kém chặt, phân bố trên toàn bộ lòng sông và một phần sâu vào bờ sông, chiều dày lớp không đều và sâu

dẫn về phía lòng sông với chiều dày lớn nhất là 12,4m. Với điều kiện địa chất như vậy thì giải pháp chống thấm rất khó khăn. Hiện nay, chống thấm cho nền đập bằng khoan phụt xi măng sử dụng khá phổ biến nhưng chủ yếu trong nền đá nứt nẻ, quy trình thi công và kiểm tra cùng các tiêu chuẩn đã khá hoàn chỉnh. Tuy nhiên, địa chất đất đá rời rạc dạng cuội sỏi lòng sông và mực nước ngầm cao thì chưa có quy trình và tiêu chuẩn khoan phụt xi măng nên quá trình thiết kế và kiểm soát chất lượng trong quá trình thi công rất phức tạp.

1.2. Quy mô và kết cấu đập dâng và giải pháp chống thấm

Đập dâng Hòa Liên là đập trọng lực kết cấu bê tông cốt thép gồm 12 khoang cửa van điều tiết bằng cửa van phẳng kéo đứng, kích thước mỗi khoang $b=10\text{m}$, cao trình ngưỡng tràn $+3,0\text{m}$, cao trình đỉnh tràn $+12,0\text{m}$, chiều dày bản đáy thay đổi từ $1,5\text{m}\div 3,0\text{m}$. móng đập được đặt trên lớp apQ là lớp trầm tích lũ có khả năng thấm rất lớn, thành phần chủ yếu là cát, cuội, sỏi, đá lăn, đá tảng lòng sông dày đến 12,4m.



Hình 2: Mặt bằng tổng thể bố trí đập dâng



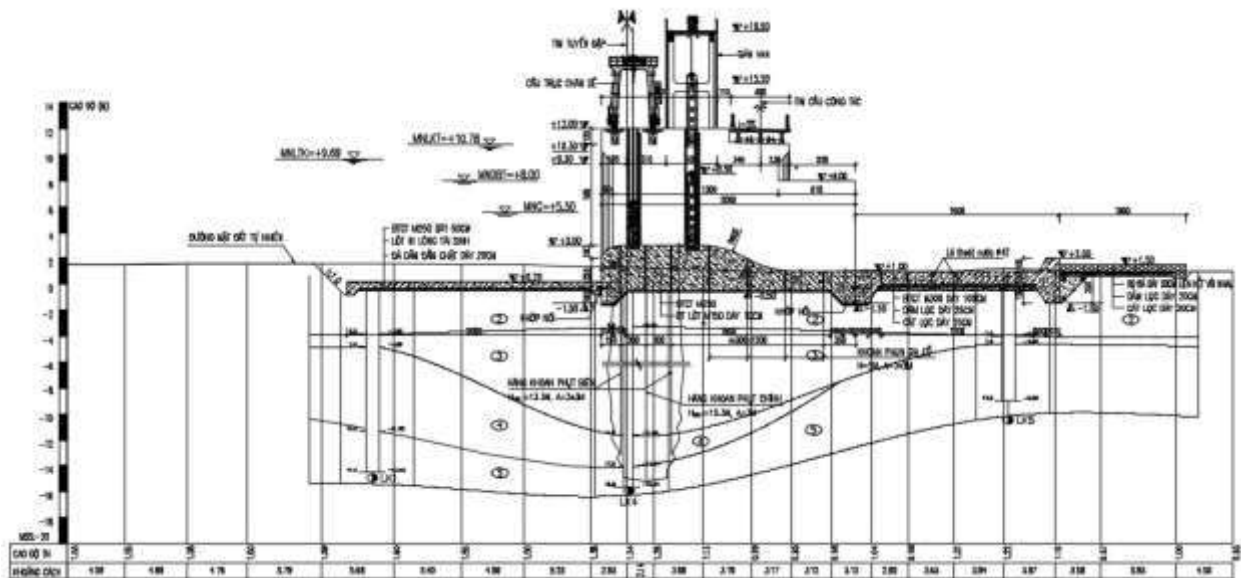
Hình 3: Đập dâng nước Hòa Liên

Hiện nay có nhiều giải pháp chống thấm cho công trình thủy lợi được áp dụng rộng rãi như:

- Chống thấm bằng phương pháp khoan phụt vữa xi măng: Khoan phụt 1 nút, khoan phụt 2 nút;
- Chống thấm bằng phương pháp đóng cừ ván thép;
- Chống thấm bằng phương pháp khoan cọc xi măng đất;
- Chống thấm bằng phương pháp tường hàng chống thấm;
- Chống thấm bằng sân phủ;
- Chống thấm bằng chân khay là vật liệu

chống thấm đất sét, màng HDPE;

Điều kiện địa chất nền đập đang Hòa Liên là bồi tích lũ apQ, chiều sâu lớn giải pháp chống thấm khoan phụt vữa xi măng bằng phương pháp khoan phụt 2 nút là hợp lý nhất. Công nghệ khoan phụt 2 nút đặc biệt hiệu quả với lớp đất đá rời rạc, có hệ số thấm lớn. Do giải pháp chống thấm bằng khoan phụt 1 nút dạng truyền thống gặp khó khăn trong việc kiểm soát chất lượng và mực độ lan tỏa vữa với hố khoan phụt có chiều sâu lớn, đất đá rời rạc, hệ số thấm lớn.



Hình 4: Cắt ngang đập dâng

Hiện nay đã có một số dự án tại Việt Nam thực hiện thành công giải pháp chống thấm khoan phụt vữa xi măng bằng phương pháp khoan phụt 2 nút như: Khoan phụt 2 nút xử lý thấm nền đập đất, tràn xả lũ và cống lấy nước Hồ chứa nước Mỹ Lâm-Phú Yên^[5]; Khoan phụt hai nút xử lý nền cống Cẩm Đình-Hà Nội^[4]; Khoan phụt hai nút xử lý thấm nền đê La Giang-Hà Tĩnh^[6].

2. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CHỐNG THẤM ĐẬP DÂNG HÒA LIÊN

2.1. Yêu cầu chống thấm và tính toán lựa chọn chiều dày màng chống thấm

Đối với màng chống thấm bằng vữa xi măng – sét thì Gradient thấm cho phép của màng chống thấm là dung dịch xi măng sét $[J] = 3 \div 4$. (Điều 5.2.2.4 – TCVN 8645-2019). Lựa chọn giá trị Gradient cho phép: Chọn $[J] = 3,0$ Căn cứ Điều 5.2.2.4 – TCVN 8645-2019, chiều dày màng chống thấm được xác định theo công thức sau:

$$T = H/[J]$$

Trong đó:

H: cột nước thấm; $H = \text{MNDBT} - Z_{\text{đáyhl}} = 8,00\text{m} - 1,28\text{m} = 6,72(\text{m})$;

[J]: Gradient cho phép của đất nền là sườn tích.

$$T = H/[J] = 2,24\text{m}$$

Căn cứ vào điểm 3 điều 5.2.2.4 – TCVN 8645-2019 thì lựa chọn mật độ khoan phụt gồm 03 hàng, khoảng cách giữa các hàng 2,0m, khoảng cách giữa các hố là 3,0m.

Trình tự khoan phụt được thực hiện từ hạ lưu về thượng lưu, yêu cầu kỹ thuật để thực hiện khoan phụt như sau:

- Đối với hai hàng biên thực hiện khoan phụt dưới áp lực phụt thấp, khống chế lượng ăn vữa theo công thức tạm tính như sau:

$$V = \varepsilon \cdot F \cdot h$$

Trong đó:

ε : Là độ rỗng của lớp đất

F: Là diện tích lan vữa

h: Là chiều sâu đoạn khoan phụt.

- Đối với hàng tim thực hiện khoan phụt dưới áp lực thiết kế đến khi no vữa để đạt được hệ số thấm thiết kế.

2.2. Tính toán ổn định thấm đập dâng

Để đảm bảo ổn định thấm cho đập tiến hành tính toán ổn định thấm đập dâng với trường hợp tính toán bất lợi có chênh lệch cột nước lớn nhất.

2.2.1. Trường hợp tính toán

- Mục nước thượng lưu là MNDBT: +8,0m

- Mục nước hạ lưu min: +1,28m

Bảng 2: Hệ số thấm đất nền

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Lớp 1 (dQ)	Lớp 2 (adQ)	Lớp 4 (IB)	Lớp 5 (IIA)
1	Tên lớp		Á sét đến á cát	Đới bồi, lũ tích (apQ)	Đới đá phong hóa	Đới đá tươi, nứt nẻ
2	n	%	39.5	35.4	2.67	2.68
3	K	cm/s	4.7×10^{-04}	1.69×10^{-02}	1.25×10^{-4}	1.27×10^{-04}

2.2.2. Tiêu chuẩn đánh giá độ bền thấm

Theo điều 2.4.1. TCVN 4253:2012 Phải kiểm tra thấm với nền các công trình thủy công cần phải kiểm tra để đảm bảo độ bền thấm chung và cục bộ

a. Kiểm tra độ bền thấm chung

Độ bền thấm chung được đánh giá theo điều 2.4.2 TCVN 4253 – 2012.

$$J^{\text{tb}} = J_{\text{tt}} < [J^{\text{tb}}] = J_k^{\text{tb}}/k_n$$

Trong đó:

J_k^{tb} : Là gradient tới hạn trung bình tính toán của cột nước, xác định theo Bảng 3a, điều 2.2.6.5, TCVN 4253 – 2012. Với các giá trị sau:

$$\text{Áp dụng cho cát hạt nhỏ: } J_k^{\text{tb}} = 0,32$$

Áp dụng cho đất á sét(sét pha): $J_k^{\text{tb}} = 0,80$

Áp dụng cho đất sét: $J_k^{\text{tb}} = 1,35$

K_n : Là hệ số tin cậy, xác định theo cấp công trình tại, TCVN 4253 – 2012, $K_n = 1,20$.

Vì vậy, giá trị gradient cho phép theo độ bền thấm chung được xác định:

Áp dụng cho cát hạt nhỏ: $[J^{\text{tb}}] = 0,267$

Áp dụng cho đất á sét(sét pha): $[J^{\text{tb}}] = 0,667$

Áp dụng cho đất sét: $[J^{\text{tb}}] = 1,125$

b. Kiểm tra độ bền thấm cục bộ

Việc tính toán độ bền thấm cục bộ của nền không phải là đá phải được tiến hành trong những vùng dòng thấm thoát ra hạ lưu, ở ranh

giới của đất không đồng nhất. Điều kiện kiểm tra ổn định thấm cục bộ

$$J_{ra} \leq [J]$$

Trong đó:

J_{ra} – Gradient lớn nhất tại điểm ra của dòng thấm ở hạ lưu công trình;

$[J]$ – Gradient tới hạn cục bộ của cột nước đối với đất nền (đối với vùng dòng thấm hạ lưu);

Theo điều 2.2.6 TCVN 4253 – 2012 đối với đất không xói ngầm và công trình cấp II là:

Áp dụng cho cát hạt nhỏ: $[J^b] = 0,20$

Áp dụng cho cát hạt lớn: $[J^b] = 0,35$

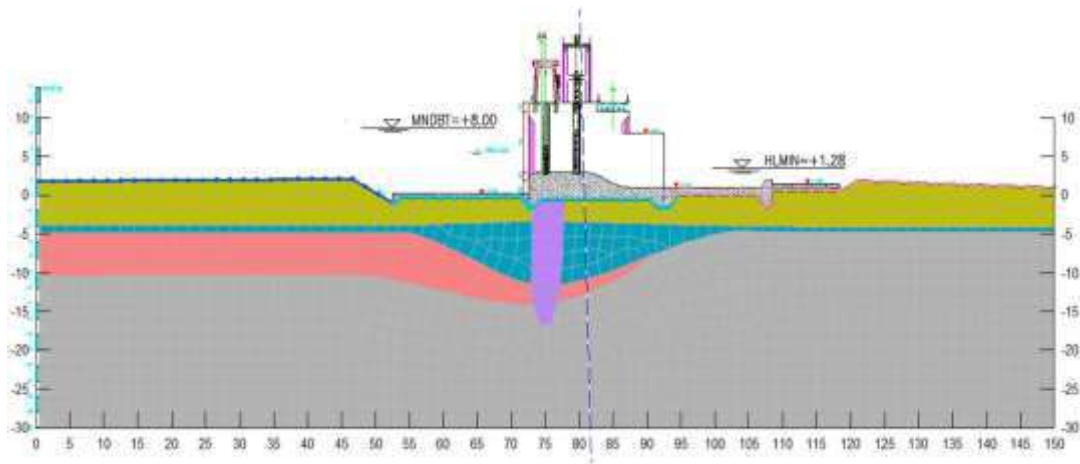
Với địa chất lớp tiếp xúc đáy đập là lớp cuội sỏi nên lựa chọn gradient cho phép $[J^b] = 0,35$

Theo điều 5.2.2.4 – TCVN 8645-2019 Công trình thủy lợi – Thiết kế, thi công và nghiệm thu khoan phụt vữa xi măng và nền đá gradient cho phép của màn chống thấm $[J] = 3$;

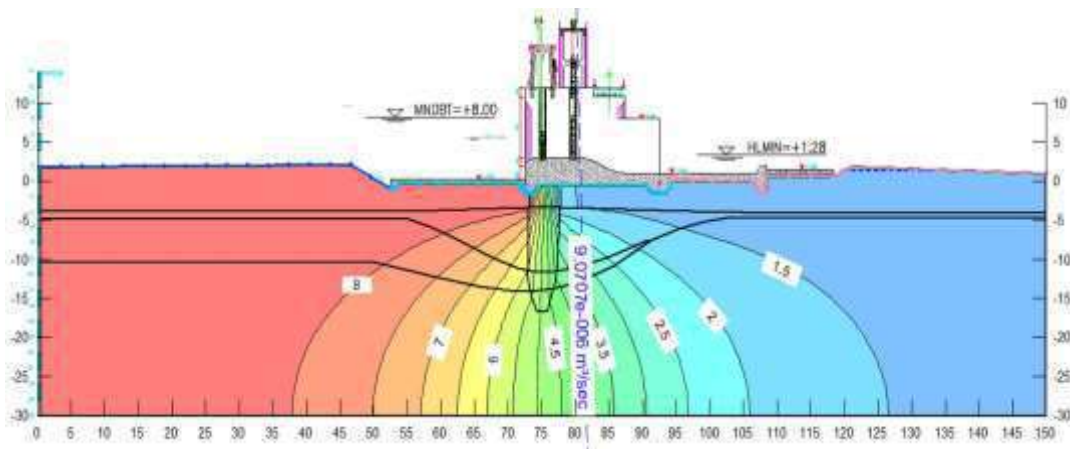
2.2.3. Tiêu chuẩn đánh giá độ bền thấm

Phương pháp tính: sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn, được mô phỏng tính toán thông qua modul SEEP/W của bộ phần mềm GEO – SLOPE.

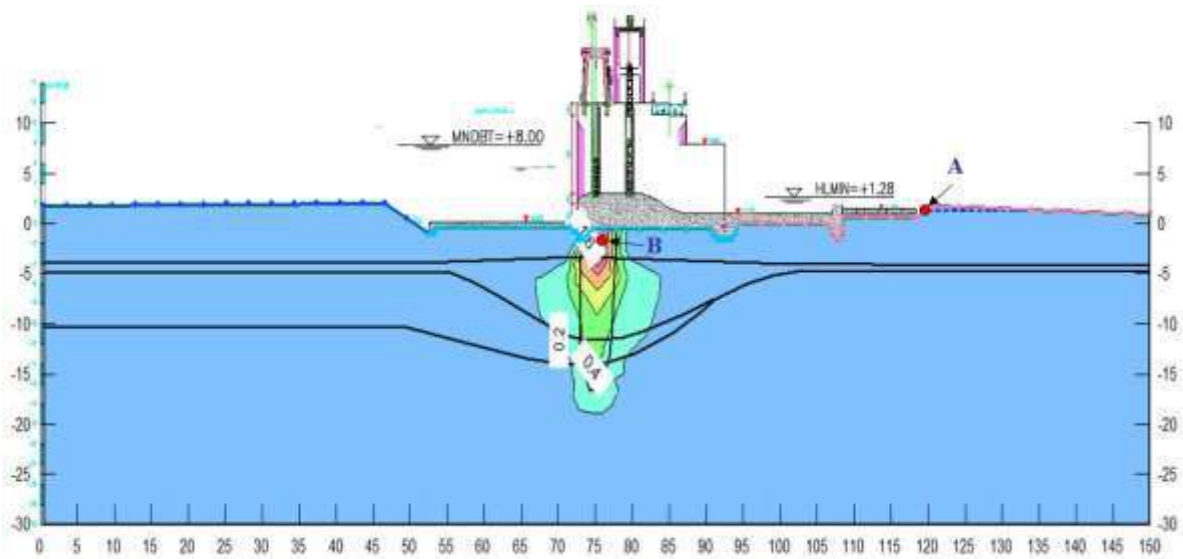
Mô hình tính được xây dựng từ tim màng chống thấm về hai phía thượng lưu và hạ lưu là 75,0m; với điều kiện không thấm ở sân phủ thượng lưu và đáy đập, mực nước thượng lưu tương ứng với mực nước dâng bình thường +8,0m, mực nước hạ lưu là mực nước vận hành min +1,28m. (Xem hình 5)



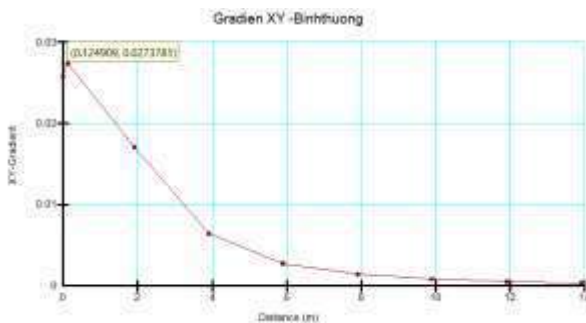
Hình 5: Mô hình hóa thấm qua đáy đập



Hình 6: Áp lực thấm qua đáy đập



Hình 7: GradientXY qua đáy đập



Hình 8: GradientXY cửa ra

Điều kiện đánh giá ổn định thấm qua đập dâng thông qua 2 thông số : Gradient thấm cửa ra hạ lưu đập tại điểm A và Gradient thấm của màng chống thấm tại điểm B (Xem hình 7).

Từ kết quả tính toán

- Gradient thấm cửa ra hạ lưu đập $J_{\text{cửa ra}} = J_A = 0,027 < [J] = 0,35$

- Gradient thấm của màng chống thấm $J_{\text{màng thấm}} = J_B = 1,6 < [J] = 3,0$

Vậy kết cấu màng chống thấm đảm bảo ổn định thấm cho công trình.

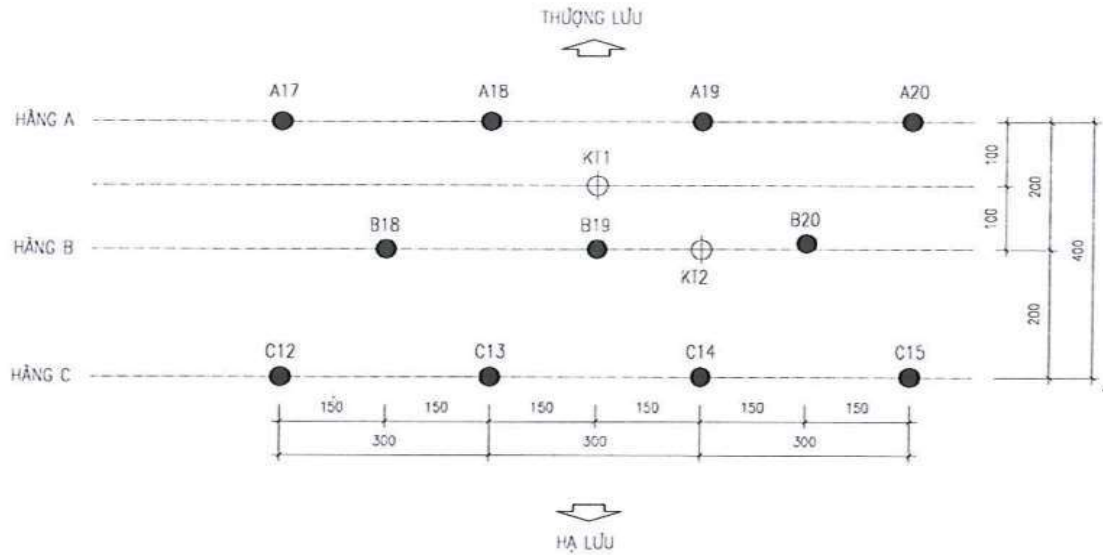
3. THI CÔNG MÀNG CHỐNG THẤM ĐẬP DÂNG HÒA LIÊN

Trước khi khoan phụt thi công phải tiến hành

khoan phụt thử nghiệm để hiệu chỉnh lại các thông số thiết kế như bề dày lớp phản áp tự nhiên (hoặc kích thước và kết cấu của lớp bê tông phản áp), khoảng cách giữa các hố khoan, thành phần vữa, áp lực phụt, lưu lượng vữa phụt, điều kiện dừng phụt và các yếu tố cần thiết khác trước khi tiến hành khoan phụt thi công đại trà.

Khoan phụt thử nghiệm được thực hiện để kiểm tra tính hợp lý của hồ sơ thiết kế khoan phụt trong điều kiện thực tế công trình, đồng thời căn cứ theo kết quả phụt thử nghiệm để điều chỉnh hồ sơ thiết kế (nếu cần thiết) với mục đích để công tác khoan phụt đạt hiệu quả nhất.

Trong mỗi khu vực thử nghiệm bố trí 03 hố khoan thử nghiệm gồm các hố khoan B18, B19, B20 và 02 hố kiểm tra gồm các hố khoan KT1, KT2 (Xem hình 9). Các hố khoan trong khu vực thử nghiệm được bố trí trong mạng lưới khoan phụt thi công. Độ sâu hố khoan phụt thử nghiệm lấy bằng độ sâu hố khoan phụt chống thấm tại vị trí được chọn thử nghiệm, độ sâu các hố quan trắc nằm trên các hàng khoan phụt nào thì lấy bằng độ sâu dự kiến của các hố khoan phụt tương ứng tại hàng đó.



Hình 9: Sơ đồ khu vực khoan phục thử nghiệm

Trình tự khoan phục được tiến hành các hố khoan hàng hạ lưu trước (C12, C13, C14, C15), tiếp theo tiến hành khoan phục các hố khoan tại hàng thượng lưu (A17, A18, A19, A20), sau cùng là tiến hành khoan phục các hố khoan hàng trung tâm (B18, B19, B20).

Để kiểm tra chất lượng màng chống thấm sau khi kết thúc công tác khoan phục thì

công, công tác khoan, ép và đổ nước kiểm tra được thực hiện tại từng khu vực phục sau khi dung dịch phục đã đông kết. Tại mỗi khu vực thử nghiệm bố trí 02 hố khoan kiểm tra gồm các hố khoan KT1, KT2 (Xem hình 9), các hố khoan kiểm tra được khoan thẳng đứng tới độ sâu đáy của màng chống thấm tại từng khu vực.

Bảng 3: Bảng tổng hợp kết quả thi nghiệm ép nước khu vực thử nghiệm

TT	Hố khoan TN	Độ sâu HK		Lưu lượng mất nước (l/ph.m.m)	Lu-Lugeon
		Từ	đến		
1	KT1	0	1,5	Bê tông phản áp	
	KT1	1,5	3	0,046	4,6
	KT1	3	5,5	0,041	4,1
	KT1	5,5	10	0,029	2,9
2	KT2	0	1,5	Bê tông phản áp	
	KT2	1,5	2,5	0,048	4,8
	KT2	2,5	3,5	0,039	3,9
	KT2	3,5	4,5	0,045	4,5
	KT2	4,5	5,5	0,043	4,3
	KT2	5,5	6,5	0,050	5,0

TT	Hố khoan TN	Độ sâu HK		Lưu lượng mất nước (l/ph.m.m)	Lu-Lugeon
		Từ	đến		
	KT2	6,5	7,5	0,046	4,6
	KT2	7,5	8,5	0,038	3,8
	KT2	8,5	10	0,028	2,8

Kết quả khoan phụt khu vực thí nghiệm cho thấy màng khoan phụt chống thấm đảm bảo yêu cầu chống thấm cho đập dâng.

4. KẾT LUẬN

Đối với đập dâng nước Hòa Liên mặc dù theo tính toán lý thuyết thì chỉ cần bố trí 2 hàng nhưng với kinh nghiệm thực tế, việc bố trí tối thiểu 3 hàng khoan phụt với phương pháp phụt 2 nút là rất cần thiết để đảm bảo chất lượng. Nhằm mục đích tạo tường chắn mới tiến hành phụt hàng tim

để đảm bảo chất lượng màng chống thấm. Thông qua kết quả tính toán, giải pháp chống thấm bằng khoan phụt vữa xi măng gồm 03 hàng, khoảng cách giữa các hàng là 2,0m, khoảng cách giữa các hố khoan 3,0m đảm bảo yêu cầu chống thấm. Kết quả khoan phụt thử nghiệm bằng kết quả ép nước cho thấy màng khoan phụt chống thấm đảm bảo yêu cầu chống thấm và đập dâng đã tích nước đến mực nước dâng bình thường để đưa vào vận hành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hồ sơ thiết kế BVTC hạng mục Đập dâng dự án Nhà máy nước Hòa Liên;
- [2] TCVN 4253 – 2012-Công trình thủy lợi – Nền và công trình thủy công – Yêu cầu thiết kế;
- [3] TCVN 8645-2019 - Công trình thủy lợi – Thiết kế, thi công và nghiệm thu khoan phụt vữa xi măng và nền đá;
- [4] Nguyễn Đức Huy, Bùi Văn Trường (2020), “Nghiên cứu phá hủy thấm nền cống Cầm Đình và giải pháp xử lý”, Tạp chí Địa Kỹ thuật, Hà Nội;
- [5] Hồ sơ thiết kế BVTC khoan phụt xử lý chống thấm, dự án hồ chứa nước Mỹ Lâm, Phú Yên;
- [6] Bùi Văn Trường (2021), “Khoan phụt hai nút xử lý thấm nền công trình đê điều”, Tạp chí kỹ thuật thủy lợi và môi trường;