

KHOAN PHỤT HAI NÚT XỬ LÝ THẨM NỀN CÔNG TRÌNH ĐÊ ĐIỀU

Bùi Văn Trường¹

Tóm tắt: Bài báo phân tích đánh giá điều kiện địa chất công trình, diễn biến, nguyên nhân phá hủy thẩm nền công trình đê điều tại hai vị trí đại diện tiêu biểu của hệ thống đê sông Hồng, đê sông La và kết quả nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật khoan phụt 2 nút (nút kép) xử lý thẩm nền công trình đê điều. Qua đó đã cho thấy, khoan phụt 2 nút là giải pháp hiệu quả để xử lý thẩm trong môi trường đất rời, thích hợp với công trình đê điều. Tuy nhiên, kỹ thuật này chưa được sử dụng nhiều, do vậy cần tiếp tục nghiên cứu làm rõ cơ sở khoa học, xác lập bộ thông số của kỹ thuật và đề xuất quy trình thực hiện để công tác tính toán, thiết kế, thi công được thuận lợi, hiệu quả.

Từ khóa: Khoan phụt hai nút, xử lý thẩm, đê điều.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm vừa qua, trước những diễn biến phức tạp của khí hậu toàn cầu đã gây ra nhiều sự cố về công trình đê điều như sạt lở bờ sông, mái đê, mái kè, đùn sủi phía sông, xói rỗng nền công dưới đê, gây ra các sự cố hết sức nghiêm trọng... đã và đang xảy ra với diễn biến hết sức phức tạp tại nhiều vị trí trên cả hệ thống đê điều miền Bắc và miền Trung như ở đê sông Hồng, đê sông Cầu, đê sông Mã, đê sông La,... Một trong những nguyên nhân chủ yếu là do hệ thống đê điều ở nước ta đã được xây dựng từ hàng chục thế kỷ trước, trải qua nhiều trận lũ lớn, nhỏ nên nền đê nhiều nơi bị xói rỗng do thẩm chưa được đầu tư xử lý, gia cố.

Việc đầu tư để xử lý các sự cố như vậy còn hạn chế do công trình đê điều có dạng tuyến kéo dài nên nếu áp dụng các giải pháp xử lý truyền thống như tường hào bentonite, tường cừ bê tông, cừ thép Lasen,... có giá thành cao rất tốn kém. Trong khi đó giải pháp khoan phụt 1 nút chỉ thích hợp đối với đất đá nứt nẻ, còn với đất rời có tính thẩm mạnh, do thành hố khoan bị sập lở vừa phụt chỉ đi qua đáy hố nên hiệu quả rất thấp.

Khoan phụt 2 nút (phụt qua măng sét) là giải pháp hiệu quả để phụt vữa chống thẩm, gia cố nền đất rời, thích hợp với công trình đê điều do kỹ thuật, thiết bị thi công đơn giản hơn nhiều so với thi công tường hào, cừ chống thẩm,... nhưng giá thành lại thấp. Tuy nhiên, áp dụng công nghệ này cho công trình đê điều còn rất hạn chế, do vậy việc phân tích đánh giá kỹ điều kiện địa chất, diễn biến, nguyên nhân phá hủy thẩm để ứng dụng hiệu quả cho hệ thống đê điều nước ta có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

Công trình đê điều có dạng tuyến kéo dài, điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn biến đổi phức tạp nên điều kiện áp dụng, mức độ hiệu quả, kỹ thuật thực hiện khoan phụt 2 nút ở những nơi đất có thành phần hạt, cấp phối, độ chặt,... là rất khác nhau. Do vậy, nghiên cứu ứng dụng công nghệ này được lựa chọn thực hiện tại hai vị trí đại diện tiêu biểu của hai hệ thống đê điều phía Bắc và miền Trung đó là công Cẩm Đình thuộc hệ thống đê sông Hồng (trong các trầm tích hạt thô thường chứa các hạt mịn với hàm lượng cao hơn và có mức độ mài tròn lớn hơn) và đê La Giang, Hà Tĩnh đoạn từ K1+200 đến K2+20 (trong các trầm tích hạt thô thường chứa các hạt mịn với hàm lượng thấp và góc cạnh hơn).

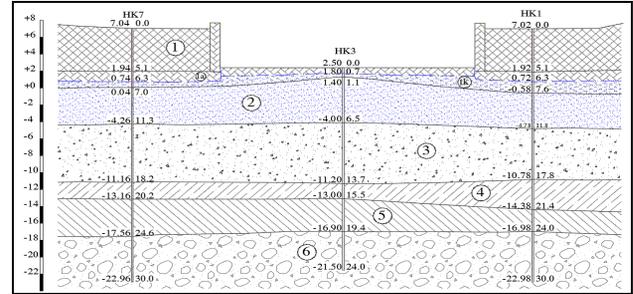
¹ Bộ môn Địa kỹ thuật - Đại học Thủy lợi

2. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT NỀN CÔNG TRÌNH

2.1. Đặc điểm địa chất công trình Cẩm Đình, đê hữu Hồng, Hà Nội

Theo kết quả khảo sát địa chất công trình năm 2001, 2019 cho thấy, khu vực công Cẩm Đình có cấu trúc (hình 01) gồm các lớp đất và đặc trưng cơ lý của chúng được trình bày trong bảng 01. Đáy công đặt trên lớp cát hạt nhỏ (lớp 2), và ngay dưới là lớp hạt trung (lớp 3) có tính thấm mạnh, phần tiếp giáp với đáy công đã bị dòng thấm xói rỗng cục bộ (hình thành lớp cát xộp - Lớp tk). Lớp này bị sông Hồng ở phía ngoài đê và cả sông dẫn phía đồng đào cắt, có quan hệ thủy lực trực tiếp với nước sông Hồng và sông dẫn phía đồng nên khi có chênh lệch

mực nước sẽ hình thành dòng thấm từ phía sông về phía đồng và hướng ngược lại làm phát sinh biến dạng thấm gây mất ổn định công trình.



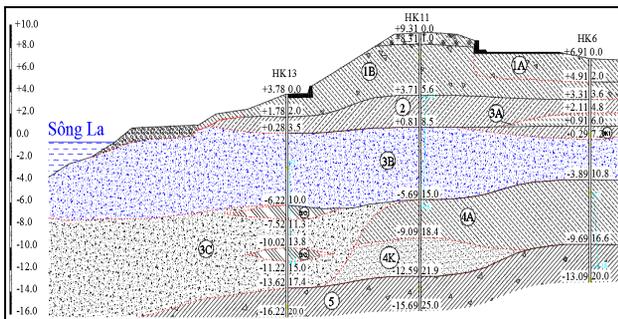
Hình 1. Mặt cắt địa chất ngang công Cẩm Đình, Hà Nội

Bảng 1. Đặc trưng cơ lý các lớp đất nền công Cẩm Đình, Hà Nội

Tên lớp	Tên đất	Thành phần hạt (%)				Cu	W	ρ	e	n	I_p	K
		Sét	Bụi	Cát	Sỏi, cuội							
1	Đất đắp: Sét, sét pha, nâu gụ, dẻo cứng	30,2	36,6	33,2			27,3	2,91	0,796	44,8	17,1	$7,6 \times 10^{-6}$
2	Cát hạt nhỏ, xám nâu, xám xanh, chặt vừa	1,9	6,4	91,6	0,1	1,83	20,0					$2,0 \times 10^{-3}$
3	Cát hạt trung, xám nâu, xám vàng, lẫn ít sạn sỏi, chặt vừa	1,4	5,9	88,3	4,4	5,33	15,0					$4,2 \times 10^{-3}$
4	Sét pha, xám, xám nâu, xám đen, mềm - dẻo chảy	21,0	29,6	49,4			27,8	1,84	0,857	46,8	8,8	$8,6 \times 10^{-5}$
5	Sét, sét pha, xám nâu, nâu gụ, dẻo cứng	29,5	38,0	32,5			27,1	1,88	0,818	45,0	18,2	$2,8 \times 10^{-6}$
6	Cuội sỏi đa sắc, lẫn cát hạt trung, chặt - rất chặt	0,2	0,7	43,3	55,8		14,1					$2,5 \times 10^{-3}$

2.2. Đặc điểm địa chất nền đê La Giang, Hà Tĩnh

Kết quả khảo sát địa chất năm 2018 (Viện Kỹ thuật công trình, 2018) cho thấy, nền đê La Giang từ K1+200 đến K2+2000 có cấu trúc (hình 02) gồm các lớp đất và đặc trưng cơ lý của chúng được trình bày trong bảng 02.



Hình 2. Mặt cắt địa chất ngang Đê La Giang, Hà Tĩnh

Đê La Giang, đặc biệt là đoạn từ K1+419 đến K1+874 có cấu trúc địa chất rất phức tạp, không đồng nhất. Chiều dày, phạm vi, độ sâu phân bố các lớp đất nền đê biến đổi mạnh theo hướng từ phía sông về phía đồng và cả theo chiều dọc đê.

Thân đê được đắp ngay trên các lớp đất có tính thấm mạnh (lớp 3b & 3c) - đất cát hạt trung, trạng thái kém chặt - chặt vừa. Nhiều chỗ rỗng và xộp, sức kháng xuyên rất thấp ($N_{30} = 3-4$), khi khoan khảo sát có hiện tượng mất nước, tụt cần khoan. Đặc biệt là lớp 3c, lớp này có xu hướng phát triển, dày hơn về phía sông và dày hơn từ giữa (K1+650) đến cuối đoạn đê (K2+00). Phía sông La, lớp 3b & 3c bị sông đào cắt qua, có quan hệ thủy lực trực tiếp với nước sông, trong đồng có

nơi bị hồ, ao cắt qua; có nơi bị phủ bởi các trầm tích ít thấm (lớp 2 - Sét, sét pha) có chiều dày mỏng, khi mực nước sông dâng cao có thể phát

sinh mạch dùn, mạch sủi ở phía đông; ngược lại về mùa khô có thể phát sinh dòng thấm ngược từ đông ra sông gây mất ổn định cho đê.

Bảng 2. Đặc trưng cơ lý các lớp đất nền đê La Giang, Hà Tĩnh

Tên lớp	Tên đất	Thành phần hạt (%)					Cu %	W g/cm ³	ρ e	n %	I _p %	K cm/s
		Sét	Bụi	Cát	Sỏi, sạn	D ₆₀ / D ₁₀						
1	Đất đắp-Sét pha nặng-vừa, vàng nhạt, vàng xám, xám nâu, dẻo mềm-dẻo cứng.	22,0	29,5	48,5			26,1	1,88	0,812	44,8	13,3	1,3x10 ⁻⁵
2	Sét pha-vừa, xám vàng, nâu vàng, xám xanh, kẹp cát, dẻo mềm-dẻo cứng.	21,0	29,6	49,4			29,2	1,85	0,886	46,8	13,8	1,7x10 ⁻⁵
3A	Cát pha, cát mịn, xám vàng, xám nâu, lẫn ít sạn, kém chặt.	4,0	10,0	81,0	5,0		12,1	1,80	0,657	39,6		4,0x10 ⁻⁴
3B	Cát hạt trung, vàng nhạt, xám vàng, xám nâu, kẹp sét, kém chặt - chặt vừa.	0,0	4,5	87,5	8,0	9,14						2,5x10 ⁻³
3C	Cát hạt trung, màu xám đen, xám nâu, kẹp, xen kẹp sét, kém chặt - chặt vừa.	0,0	0,5	95,5	4,0	3,99						5,0x10 ⁻³
4A	Sét pha nặng, sét nhẹ, xám đen, xám nâu, xen kẹp cát, dẻo mềm-dẻo chảy.	26,0	35,0	39,0			40,7	1,77	1,116	52,7	16,5	8,7x10 ⁻⁶
5	Sét nhẹ, sét pha, xám vàng, xám trắng, lẫn kết von laterit, dẻo cứng- dẻo mềm.	30,0	33,0	35,7	1,3		33,2	1,76	1,009	50,2	17,4	4,1x10 ⁻⁶

3. DIỄN BIẾN PHÁ HỦY THẨM NỀN CÔNG TRÌNH ĐÊ ĐIỀU

3.1. Phá hủy thẩm nền công Cầm Đình, Hà Nội

Theo số liệu của đơn vị Quản lý (Ban Quản lý công trình phân lũ sông Đáy, 2016):

- Tháng 8/2017, khi chênh lệch mực nước thượng - hạ lưu là 5,75m, đã phát hiện thấy hiện tượng mạch dùn, sủi trên kênh Cầm Đình - Hiệp Thuận. Vị trí mạch dùn, sủi nằm ở khoảng giữa kênh, cách tim công khoảng 122m về phía hạ lưu;

- Tháng 9/2017, chênh lệch mực nước thượng, hạ lưu công chỉ ở mức 3,54m đã xuất hiện dùn, sủi nước đục tại 3 vị trí cách tim công khoảng 122m; 89m và 42m.

- Đặc biệt, tháng 7/2016, khi chênh lệch mực nước giữa hạ lưu, thượng lưu công chỉ là 0,85m đã xuất hiện dòng nước đục đầy ngược, dùn, sủi tại mang phải công phía thượng lưu công, điểm tiếp giáp giữa chân mái kè thượng lưu và phần bê tông đáy kênh thượng lưu công.

Quan sát các lỗ thoát nước mái kênh phía bờ trái cho thấy, nước chảy ra từ lỗ thùng rất mạnh, dùn lên nhiều bùn cát (hình số 3), lỗ dùn, sủi dưới đáy kênh có dạng hàm ếch kích thước (40x8)cm. Kết quả khảo sát hạ lưu công ở phần ngập nước bằng thợ lặn cũng cho thấy, tại mạch dùn sủi số 1 ở vị trí giữa kênh, nước đầy mạnh lên mặt nước (hình số 4).



Hình 3. Dùn cát ở nền lên lỗ thoát nước công Cầm Đình



Hình 4. Vị trí lỗ sủi hạ lưu mái kênh, công Cầm Đình

Như vậy, trong những năm gần đây tình hình đùn, sủi cống Cẩm Đình ngày càng gia tăng, chúng không chỉ xuất hiện ở hạ lưu cống khi có lũ mà còn xuất hiện cả ở thượng lưu cống khi nước sông Hồng cạn kiệt, moi chuyển bùn, cát đùn lên làm rỗng nền công trình và nguy hiểm hơn là chúng xuất hiện với chênh lệch mực nước ngày càng thấp. Điều đó chứng tỏ biến dạng thấm ở nền công trình đã phát sinh, phát triển với quy mô ngày càng nguy hiểm.

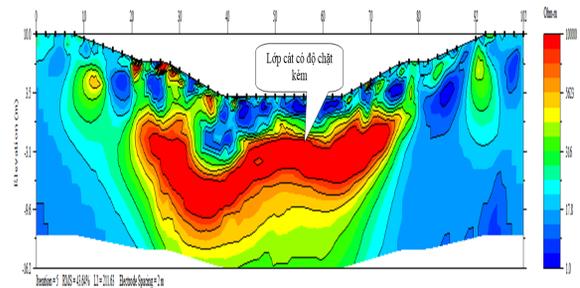
Kết quả tính toán thấm theo 2 hướng từ phía sông về phía đồng và hướng ngược lại được trình bày cụ thể ở bảng 03 cho thấy: Trong trường hợp nước lũ sông Hồng, ở mức +16,01m, lọc ngược hạ lưu cống bị tắc (trường hợp TH 1b) và cả khi nước sông Hồng bị cạn kiệt, hạ thấp đến +2,50m (TH 2a và 2b) thì dù lọc ngược hạ lưu hoạt động tốt hoặc bị tắc, gradien thấm J_{max} đều vượt quá gradien thấm cho phép $[J_{max}]$, không đảm bảo điều kiện về gradient thấm. Điều đó lý giải cho sự phát sinh và phát triển mạch đùn cả ở phía hạ lưu và thượng lưu cống Cẩm Đình. Khi mạch đùn phát triển, cát ở lớp 2 ngay dưới đáy cống bị moi chuyển, xói ngầm, đùn ra tại cửa thoát (vị trí các mạch đùn) hình thành các đường thấm, hang thấm cục bộ dưới đáy cống. Quá trình xói rỗng nền cống được phát hiện và thể hiện rất rõ qua kết quả các hố khoan khảo sát địa chất bởi sự có mặt của lớp cát xốp, lỏng (lớp tk) phân bố cục bộ dưới bản đáy cống (hình 01) và kết quả đo địa vật lý mặt cắt điện và đo sâu điện (hình 05).

Bảng 3. Kết quả tính thấm cống Cẩm Đình

TH tính toán	Hình thức thấm	Mực nước HL (m)	Mực nước TL (m)	J_{max} cửa ra	$[J_{max}]$ cửa ra	Ghi chú
1a	Từ TL về HL	+5,27	+16,01	0,107	0,18	Lọc ngược HL làm việc bình thường
1b	Từ TL về HL	+5,27	+16,01	0,20	0,18	Lọc ngược HL bị tắc
2a	Từ HL về TL	+5,27	+2,5	0,27	0,18	Lọc ngược HL làm việc bình thường
2b	Từ HL về TL	+5,27	+2,5	0,20	0,18	Lọc ngược HL bị tắc

Nguyên nhân chính gây phá hủy, biến dạng thấm làm rỗng nền cống là do sau nhiều năm vận

hành hệ thống lọc ngược hầu hết đã bị tắc, không còn tác dụng thoát nước, làm tăng gradien áp lực thấm, khi nước lũ phía sông dâng cao gây đùn, sủi phía đồng; Về mùa khô, nước sông Hồng hạ thấp, cạn kiệt, trong khi đó phải đóng cống để trữ nước phía đồng, chênh lệch mực nước phía đồng và sông gia tăng làm phát sinh dòng thấm từ phía đồng ra có gradien vượt quá giới hạn gây đùn, sủi phía sông.



Hình 5. Mặt cắt điện tuyến TD2 thượng lưu cống Cẩm Đình

Đồng thời, sau thời gian sử dụng do lún không đều, xuất hiện khe hở giữa sân thượng lưu và đáy kênh dẫn thượng lưu cũng như giữa đáy kênh dẫn thượng lưu và bờ kênh thượng lưu nên khi xuất hiện dòng thấm ngược từ hạ lưu về thượng lưu các hạt cát dễ dàng đi ra theo dòng thấm.

Mặt khác, theo hồ sơ thiết kế thì cao độ chân cừ chống thấm phía thượng lưu là -6,9m và -11,4m. Như vậy chân cừ chống thấm phía thượng lưu chưa đạt đủ chiều sâu để cắm vào lớp đất chống thấm tốt; phạm vi đóng cừ chống thấm của công trình chưa đủ rộng, chỉ đóng cừ chống thấm trong phạm vi thân cống không kéo dài ra hai bên mang cống nên với trường hợp thấm vòng qua thân cừ thì công trình không đảm bảo điều kiện ổn định chống thấm. Đây cũng là một trong những nguyên nhân gây biến dạng, phá hủy thấm ở nền công trình (Nguyễn Đức Huy, Bùi Văn Trường, 2020).

3.2. Phá hủy thấm nền đê La Giang, Hà Tĩnh

Đoạn đê La Giang từ K1+200 đến K2+000, thuộc xã Tùng Ảnh, huyện Đức Thọ, tỉnh Hà Tĩnh trong nhiều năm đã diễn ra thấm mạnh từ trong đồng ra sông khi mực nước sông La xuống thấp,

gây ra sụt lún mái đê phía sông tại nhiều vị trí rất nghiêm trọng. Tại một số vị trí có dòng thấm xuất hiện, nước chảy thành dòng từ trong đồng ra sông (Hình 06). Hiện tượng thấm gây xói rỗng trong thân đê, tại vị trí K1+419 đến K1+874 hiện tượng



Hình 6. Thấm thành dòng xói rỗng đất mái kè đê La Giang, Hà Tĩnh

xói rỗng đã làm cho phần kè phía trên mái đê sụt lún từ 10–30cm (Hình 07), nhiều vị trí xói rỗng tạo thành hang rỗng có chiều dài từ 2 đến 5m, chiều rộng từ 5cm đến 20cm (Chi cục đê điều Hà Tĩnh, 2018).



Hình 7. Kè mái đê La Giang, Hà Tĩnh sụt lún do thấm xói rỗng nền đê

Phân tích nguyên nhân phá hủy thấm nền đê La Giang:

Về địa hình, địa mạo, điều đáng chú ý là phía Tây Nam đoạn đê là những dãy đồi, núi phát triển trên các trầm tích của hệ tầng Đồng Trâu (T_{2a} dt), địa hình có xu hướng dốc về phía Bắc, Đông Bắc, nước mưa từ lưu vực này tập trung và tiêu thoát ra sông. Đê La Giang đắp men theo đoạn cong của sông La, hình thành tuyến bờ bao tàng trữ, ngăn nước, hạn chế nước thoát ra sông La. Trước đây tại trung tâm đoạn đê (K1+600) có cống Cây Gạo để thoát nước ra sông nhưng đã bị hoành triệt từ lâu, hiện nay vẫn còn những đoạn sông dẫn lòng sông cỏ và một số hồ, đầm trũng tàng trữ nước ở phía đồng. Đồng thời để phát triển kinh tế xã hội vùng, nhiều tuyến đường được nâng cấp xây dựng cũng ảnh hưởng đến khả năng thoát nước vùng trong đồng làm gia tăng lượng bổ cập cho nước dưới đất. Như vậy, đoạn đê này hội tụ cả các yếu tố về cấu trúc địa chất, địa hình địa mạo và thành phần tính chất của đất, làm phát sinh các tác động bất lợi của dòng thấm gây mất ổn định nền đê. Trong thực tế, nhiều nơi dòng thấm từ trong đồng đã xuất lộ ra mái đê phía sông gây đùn đất, xói ngầm, cát chảy,.. làm sập lở mái đê phía sông, gây mất ổn định nền đê.

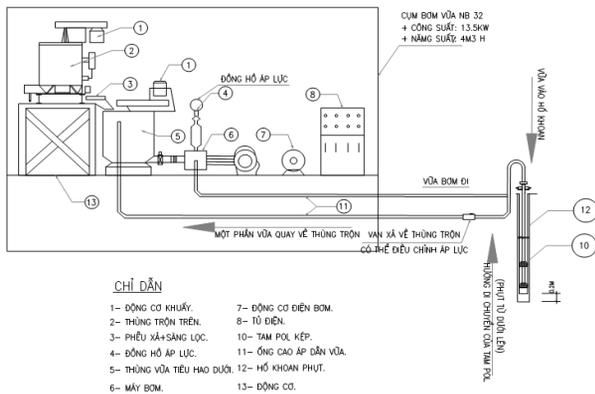
4. ỨNG DỤNG KỸ THUẬT KHOAN PHỤT HAI NÚT XỬ LÝ THẨM NỀN CÔNG TRÌNH ĐÊ ĐIỀU

4.1. Khái quát về kỹ thuật khoan phụt hai nút

Khoan phụt 2 nút (nút kép) còn gọi là phụt qua măng sét hay phụt ống bọc được E. Ischy phát minh từ năm 1933 để phụt vữa vào trong đất Aluvi (Brett, 1982; ICSE6 Paris, 2012). Khi khoan vào trong các loại đất rời aluvi như cuội sỏi chứa cát, cát hạt thô, hạt trung, hạt mịn, bụi,... thành hố khoan thường bị sập, lấp ngay sau khi kéo bộ dụng cụ khoan lên khỏi lỗ khoan nếu không có dung dịch trám thành hố khoan. Mặt khác đất ở thành hố khoan thuộc loại mềm rời không thể giữ được nút phụt. Để khắc phục những bất lợi đó cần có kết cấu chống giữ thành hố khoan, ghim giữ nút phụt, nhưng phải có đường để tia vữa thâm nhập hiệu quả vào môi trường đất. Đó là lý do phải sử dụng kỹ thuật - công nghệ phụt qua măng sét khi phụt vào môi trường đất như trên. Sơ đồ cấu trúc hố khoan phụt 2 nút được trình bày chi tiết ở hình 09 (Lê Văn Hùng, 2017).

Phụt qua măng sét thực hiện với đoạn phụt ngắn 0.3-1.0m giữa 2 nút, ép vữa qua lỗ đục nhỏ trên ống măng sét nên tạo được tia vữa đi xa, bán

kính ảnh hưởng rộng nên đặc biệt hiệu quả trong xử lý chống thấm, gia cố đất yếu nền công trình.

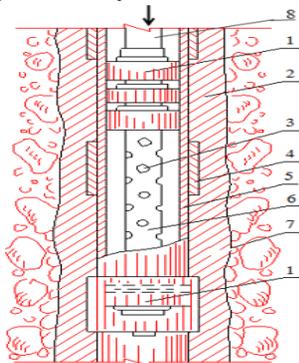


Hình 8. Sơ đồ công nghệ khoan phụt 2 nút

Về bản chất, phụt 2 nút (phụt qua măng sét) thuộc nhóm bơm vữa áp lực thấp (*Permeation grouting*), phương pháp này có nhiều ưu điểm rõ rệt như:

- Có thể phụt các loại vữa khác nhau như vữa xi măng, xi măng-bentonite, hoá chất,...
- Áp lực phụt thấp ít gây ảnh hưởng tới nền đất và kết cấu thân công trình vốn đã bị ảnh hưởng bởi hiện tượng xói ngầm;
- Nhờ 2 nút giới hạn trên và dưới nên cho phép phụt vữa chính xác tại vị trí cần xử lý với áp suất phụt phù hợp và lượng vữa phụt tối ưu.

Nhưng đến nay ở nước ta chưa có tiêu chuẩn để áp dụng kỹ thuật này.



Chỉ dẫn:

1. Tam pôn kép (2 nút)
2. Vữa áo giữ vách hố khoan
3. Lỗ dẫn vữa phụt
4. Măng sét;
5. Ống măng sét
6. Ống dẫn vữa của tam pôn
7. Thành hố khoan
8. Ống dẫn vữa tới tam pôn.

Hình 9. Cấu trúc hố khoan phụt 2 nút



Hình 10. Sơ đồ các bước khoan phụt 2 nút

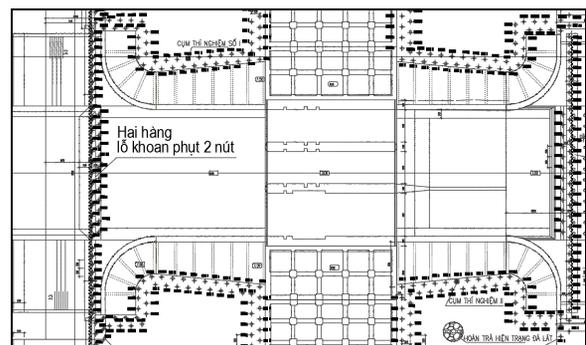
4.2. Khoan phụt hai nút xử lý thấm nền công Cắm Đình

Công Cắm Đình, đê sông Hồng, Hà Nội là công trình đê điều đầu tiên thử nghiệm kỹ thuật khoan phụt hai nút. Tại đây khoan phụt hai nút được kết hợp với hàng cừ chống thấm.

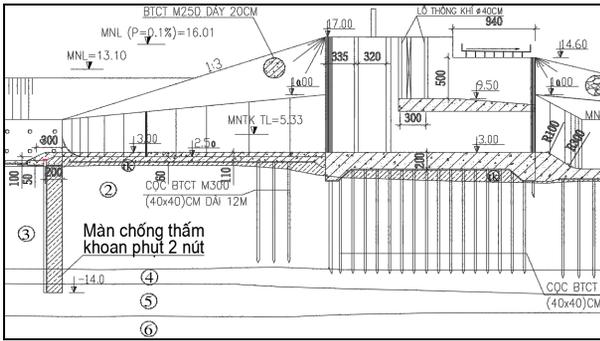
Từ kết quả thực nghiệm tại hiện trường đã xác định được các thông số kỹ thuật, và bằng thí nghiệm đổ nước trong hố khoan đã xác định được hệ số thấm của màn chống thấm sau khi khoan phụt 2 nút (bảng 4).

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm đổ nước trong hố khoan

Hố TN	Đoạn TN	Chiều sâu (m)			Hệ số thấm(cm/s)	
		Từ	đến	Dài	K_1	K_{TR}
KT1-1	1	2,0	9,0	7,0	$2,11 \times 10^{-5}$	$1,96 \times 10^{-5}$
	2	9,0	16,0	7,0	$2,33 \times 10^{-5}$	
	3	16,0	21,0	5,0	$2,23 \times 10^{-5}$	
KT1-2	1	2,7	6,0	3,3	$1,68 \times 10^{-5}$	
	2	8,8	13,8	5,0	$2,22 \times 10^{-5}$	
	3	17,0	21,0	4,0	$1,31 \times 10^{-5}$	
KT1-3	1	2,0	9,0	7,0	$1,75 \times 10^{-5}$	
	2	9,0	16,0	7,0	$1,90 \times 10^{-5}$	
	3	16,0	21,0	5,0	$2,15 \times 10^{-5}$	

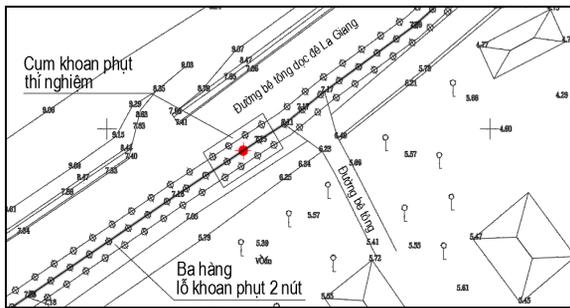


Hình 11. Mạng lưới lỗ khoan phụt 2 nút xử lý thấm công Cắm Đình, Hà Nội



Hình 12. Cắt ngang màn chống thấm khoan phụt 2 nút cống Cẩm Đình, Hà Nội

Để xử lý thấm nền cống Cẩm Đình, sử dụng 2 hàng khoan phụt 2 nút cách nhau 1.5m, các hố trong hàng cách nhau 2,0m và được bố trí so le nhau (Hình 11). Màn khoan phụt được bố trí sát hàng cừ chống thấm để ngăn chặn dòng thấm từ thượng lưu khi có lũ và dòng thấm từ phía đồng khi nước sông cạn kiệt. Đồng thời, do nền công trình có tầng chứa nước áp lực nên để chống nước có áp thâm nhập, đảm bảo an toàn tuyệt đối cho công trình công tác chống thấm được tăng cường bằng giải pháp bố trí hàng khoan phụt 2 nút dọc theo bản đáy tường cánh thượng lưu, hạ lưu, dọc theo bản đáy hầm phản áp hết phạm vi hai bên



Hình 13. Mạng lưới lỗ khoan phụt 2 nút xử lý thấm đê La Giang, Hà Tĩnh

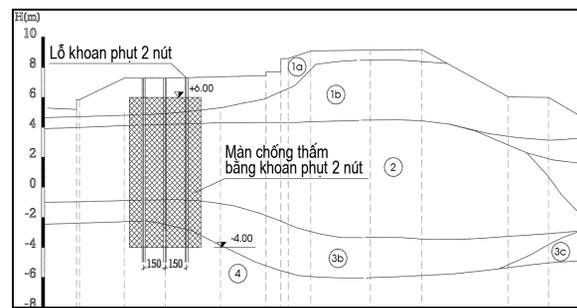
4.4. Phân tích kết quả ứng dụng khoan phụt hai nút xử lý thấm nền công trình đê điều

Kết quả tính toán thấm nền công trình sau khi sử dụng màn khoan phụt 2 nút cho thấy các yêu cầu về ổn định thấm (bảng 05) được đảm bảo (TCVN 8253:2012), điều đó minh chứng cho hiệu quả xử lý. Kết quả kiểm nghiệm bằng thí nghiệm

mang công phía thượng lưu, kéo dài thêm 5,0m. Chiều sâu màn khoan phụt cắm vào lớp có hệ số thấm nhỏ là lớp đất 5 từ 1,5 đến 2,0m (Hình 12). Kết quả tính toán cho thấy hiệu quả xử lý thấm nền công trình bằng màn khoan phụt 2 nút, các yêu cầu đảm bảo về ổn định thấm (bảng 05).

4.3. Khoan phụt hai nút xử lý thấm nền đê La Giang

Kết thừa kết quả ứng dụng khoan phụt 2 nút ở cống Cẩm Đình, các thông số kỹ thuật về vỉa phụt, áp lực phụt, quy trình phụt được thử nghiệm kỹ tại hiện trường. Trên cơ sở đó, để ngăn thấm nền đê như đã phân tích ở trên, dọc theo đoạn đê này bố trí 03 hàng khoan phụt tạo màn chống thấm tại mép cơ đê phía đồng. Khoảng cách giữa các hàng là 1,5m, khoảng cách giữa các lỗ khoan trên hàng là 3,0m và được bố trí so le nhau (Hình 13). Chiều sâu khoan phụt tới được điều chỉnh linh hoạt, đảm bảo cắm vào lớp đất ít thấm - lớp 4a từ 1,0m đến 1,5m (Hình 14). Vữa phụt được lựa chọn là dung dịch bentonite + xi măng có độ nhớt và trương nở cao để dễ dàng thấm sâu và lấp đầy khe hở dưới áp lực phụt.



Hình 14. Cắt ngang màn chống thấm khoan phụt 2 nút đê La Giang, Hà Tĩnh

đồ nước trong hố khoan sau khi thi công màn khoan phụt 2 nút chống thấm là số liệu thực tế khẳng định hiệu quả của kỹ thuật này khi áp dụng cho xử lý thấm nền công trình đê điều. Đối với đê La Giang, màn khoan phụt này cũng đã được thử tải trong những đợt mưa lũ lớn năm 2020. Kết quả khảo sát thực tế cho thấy khi mực nước lũ phía

sông La dâng cao không có hiện tượng đùn sủi ở đáy ao hồ phía đồng; đặc biệt khi mưa lớn, nước tập trung, mực nước trong đồng dâng cao nhưng khi nước ngoài sông rút không còn dòng thấm từ đồng ra sông. Đây là những bằng chứng xác thực về hiệu quả thực tế của giải pháp.

Bảng 5. Kết quả tính thấm sau khi khoan phụt nền cống Cẩm Đình, Hà Nội

TH tính toán	Hướng thấm	Mực nước HL (m)	Mực nước TL (m)	J_{max} cửa ra	$[J_{max}]$ cửa ra
1	Từ TL về HL	+5,27	+13,1	0,0053	0,18
2	Từ TL về HL	+5,27	+16,01	0,0074	0,18
3	Từ HL về TL	+5,27	+2,5	0,0014	0,18



Hình 15. Thi công khoan phụt 2 nút xử lý thấm đê La Giang, Hà Tĩnh

Phân tích thông số kỹ thuật khoan phụt 2 nút thu được từ kết quả thử nghiệm còn cho thấy, ở hai vị trí đặc trưng của 2 hệ thống đê điều phụt tạo màn chống thấm trong nền cát hạt trung, có độ chặt tương ứng

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ban Quản lý công trình phân lũ sông Đáy (2016), *Báo cáo về Hiện tượng mạch sủi thượng lưu cống Cẩm Đình, Hà Nội*;
- Chi cục đê điều Hà Tĩnh (2018), *Báo cáo diễn biến công trình đê La Giang, Hà Tĩnh*;
- Viện Kỹ thuật công trình (2018), *Báo cáo khảo sát địa chất công trình xử lý thấm đê La Giang đoạn từ K1+200 đến K2+000, Hà Tĩnh*;
- Lê Văn Hùng (2017), *Công nghệ xây dựng công trình thủy lợi, thủy điện*, NXB Xây dựng, Hà Nội 2017;
- Nguyễn Đức Huy, Bùi Văn Trường (2020), *"Nghiên cứu phá hủy thấm nền cống Cẩm Đình và giải pháp xử lý"*, Tạp chí Địa kỹ thuật, Hà Nội;
- TCVN 8253:2012, *Công trình thủy lợi - Nền các công trình thủy công - Yêu cầu thiết kế*;
- Brett, D.M., *"Grouting of low permeability soils using Tube-a-Manchette techniques"*, Proceedings, Conference of the National Waterrell and Drilling Association, Bunbury, Western Australia, 1982.
- Control of the risk of dike failure caused by contact erosion*, ICSE6 Paris - August 27-31, 2012.

nhưng ở cống Cẩm Đình khả năng lan truyền vữa (bán kính ảnh hưởng $R_d=1.5-2.0m$) nhỏ hơn đê La Giang ($R_d=2.0-2.5m$), phù hợp với điều kiện thành tạo đất nền đê như đã trình bày ở trên.

5. KẾT LUẬN

- Khoan phụt 2 nút (phụt qua măng sét) là giải pháp có hiệu quả tốt để xử lý thấm trong môi trường đất rời, thích hợp với công trình đê điều.

- Công trình đê điều có dạng tuyến kéo dài, điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn biến đổi phức tạp, cần nghiên cứu, phân tích đánh giá kỹ các yếu tố này cùng với diễn biến, nguyên nhân phá hủy thấm. Đây là nhân tố quan trọng quyết định khả năng áp dụng, kỹ thuật thực hiện và mức độ hiệu quả của kỹ thuật khoan phụt 2 nút.

- Khoan phụt 2 nút chưa được sử dụng nhiều ở nước ta, đặc biệt với công trình đê điều, do vậy cần nghiên cứu làm rõ về cơ sở khoa học, đánh giá đúng hiệu quả, giá trị của giải pháp; nghiên cứu, đề xuất quy trình thiết kế, thi công, nghiệm thu, quản lý chất lượng.

- Các thông số của kỹ thuật khoan phụt 2 nút trong đất có thành phần hạt, cấp phối, độ chặt,... khác nhau là rất khác nhau do vậy cần tập trung nghiên cứu xác lập bộ thông số của kỹ thuật khoan phụt 2 nút để công tác tính toán, thiết kế, thi công được thuận lợi, hiệu quả, đáp ứng tiến độ công trình.

Abstract:
**DOUBLE PACKER GROUTING FOR DIKE FOUNDATION
TREATMENT AGAINST PERMEABILITY**

The paper presents the analysis of engineering geological conditions, the development and causes of seepage failure in dike foundations at two typical locations of Red river dike system and La river dike system. The paper also presents the application results of the double packer grouting technique for dike foundation treatment. Thereby, it shows that the double packer grouting technique is an effective solution of seepage treatment for granular soil and appropriate for dike foundation. However, this technique has not been applied widely. Therefore, it is essential to continue to elucidate the scientific basis, to establish the technical parametric dataset and to propose the procedure for effective and convenient calculation, designing and construction.

Keywords: Double packer grouting, seepage treatment, dike.

Ngày nhận bài: 09/10/2021

Ngày chấp nhận đăng: 28/10/2021