CƠ SỞ KHOA HỌC LỰA CHỌN TIÊU CHUẨN CHUYỂN VỊ NGANG ĐẬP TRỤ ĐỠ ÁP DỤNG CHO CÔNG TRÌNH ĐẬP NGĂN MẶN SÔNG HIẾU

Trần Văn Thái
Viện thủy công

Tóm tắt: *Đến nay Đập trụ đỡ đã được ứng dụng rộng rãi, có hiệu quả trên toàn quốc để xây dựng công trình ngăn sông. Tiêu chuẩn Việt Nam về thiết kế và thi công đập trụ đỡ cũng đã được ban hành. Trong quá trình triển khai áp dụng, tiêu chuẩn chuyển vị ngang của móng trụ đỡ vẫn còn nhiều vấn đề còn bàn cãi. Bài báo này trình bày cơ sở khoa học lựa chọn chuyển vị ngang của đập trụ đỡ phục vụ cho tính toán thiết kế và áp dụng cho công trình Cống đập ngăn mặn Sông Hiếu - Quảng Trị*
Từ khóa: *đập trụ đỡ, chuyển vị ngang đập trụ đỡ, chuyển vị*

Summary: *Up to now, the Pillar dam has been applied widely and effectively in the whole country for the construction of river works. The Vietnamese standards for the design and construction of support dams have also been issued. In the application process, the horizontal displacement criterion of the support foundation still has some problems. This paper presents the scientific basis for chose the horizontal pillar dam for design calculation and application to the Pillar dams of Song Hieu - Quang Tri.*
Keywords: *horizontal displacement pillar dam; displacement pillar dam; sheet pile; PVC sheet pile.*

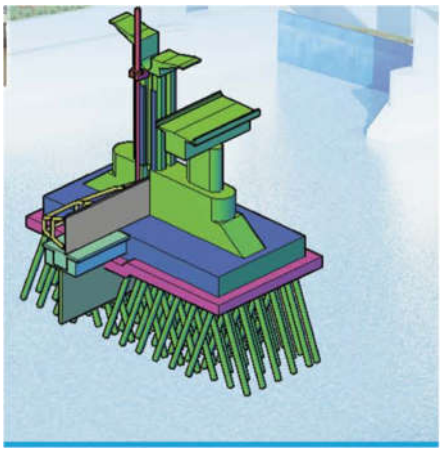
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

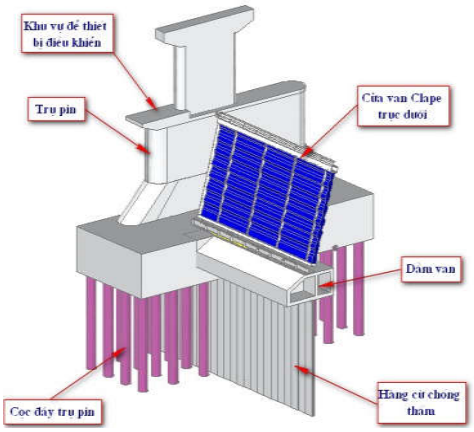
Đập trụ đỡ là công nghệ mới trong công trình ngăn sông, đến nay đã được ứng dụng rộng rãi, có hiệu quả trên toàn quốc. Tiêu chuẩn Việt Nam về thiết kế và thi công đập trụ đỡ cũng đã được ban hành: TCVN 10400 Đập trụ đỡ yêu cầu thiết kế; TCVN 10401 Đập trụ đỡ yêu cầu thi công và nghiệm thu. Trong tiêu chuẩn này tại phụ lục G5 cho phép chuyển vị ngang không quá 3,8cm. Giá trị này là tham khảo trong tiêu chuẩn ngành 22TCN-272-05 điều 10.7.2.2 của Bộ giao thông qui đinh chuyển vị ngang của móng trụ 38mm; khi xây dựng tiêu chuẩn đập trụ đỡ cũng viện dẫn tiêu chuẩn này để áp dụng.

Theo tiêu chuẩn Eurocode7 - BS-EN1991-1:2004 để đánh giá chuyển vị ngang cho phép được dựa trên: (1) Độ cứng của đất xung quanh cọc và sự làm việc đồng thời giữa cọc - đất nền xung quanh cọc; (2) Độ cứng chống uốn của từng cọc riêng lẻ; (3) Moment tại vị trí ngàm cọc với kết bệ móng; (4) Hiệu ứng nhóm cọc; (5) Ảnh hưởng của tải trọng đảo chiều hoặc tải trọng theo chu kỳ

Trong quá trình thiết kế chúng tôi đã phát hiện ra sự bất hợp lý trong việc quy định giá trị chuyển vị ngang cho phép đập trụ đỡ. Đối với đập trụ đỡ, dưới dầm van và trụ có cừ chống thấm, nếu chuyển vị móng lớn hai chiều đến 72 mm thì tạo thành nêm rỗng xung quanh cừ mà đất không có khả năng phục hồi. Nêm rỗng 72mm này sẽ làm giảm chiều dài hiệu quả của cừ chống thấm và làm giảm ổn định thấm công trình có thể dẫn đến xói ngầm. Vậy nêm rỗng này bao nhiêu là được? Bài báo này trình bày cơ sở lý luận để xác định chuyển vị ngang cho phép của đập trụ đỡ làm cơ sở điều chỉnh soát xét lại tiêu chuẩn TCVN 10400.

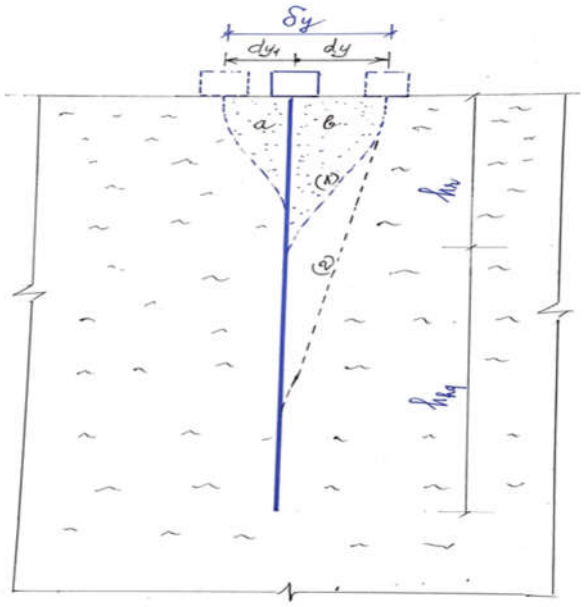
Ngày nhận bài: 09/10/2018
Ngày thông qua phản biện: 21/11/2018
Ngày duyệt đăng: 28/11/2018





Hình 1: Vị trí cừ chống thấm dưới trụ đỡ và dầm van của đập trụ đỡ

2. CƠ SỞ LÝ LUẬN LỰA CHỌN CHUYỂN VỊ MÓNG ĐẬP TRỤ ĐỠ



Hình 2: Mô phỏng nêm rỗng

Áp lực nước tác dụng vào cửa van rồi truyền lên trụ đỡ, lực đó truyền lên trụ đỡ rồi truyền xuống cọc. Một phần lực truyền xuống dầm van rồi cũng truyền vào trụ đỡ và truyền vào cọc. Khi chịu chênh lệch áp lực nước hai chiều móng cọc chuyển vị +dy (từ thượng lưu về hạ lưu) –dy1 (chyển vị ngược lại từ hạ lưu về thương lưu). Biên độ chuyển vị là δy=dy+dy1.

Biên độ chuyển vị của trụ là δy thì biên độ chuyển vị của đầu từ chống thấm cũng là δy.

Khi cừ chống thấm chuyển vị nó hình thành nêm rỗng như hình 3. Khi lớp đất bị biến dạng do cừ chuyển vị sang 2 bên không thể hồi phục lại vị trí ban đầu sẽ tạo ra khoảng hở giữa hàng cừ chống thấm và đất nền khi đó làm giảm hiệu quả của cừ chống thấm.

Do đó khi tính toán thấm phải xét đến nêm rỗng a+b này. Cừ càng cứng (2) thì nêm này càng phát triển sâu, cừ mềm (1) nêm rỗng tắt nhanh ở phần trên. Nêm rỗng này càng lớn thì độ suy giảm hiệu quả của cừ càng cao.

(1). Chuyển vị cừ mềm

(2) Biên dạng chuyển vị cừ cứng

hr: Chiều sâu nêm rỗng

hhq: Chiều sâu hiệu quả của cừ

L: Chiều dài cừ

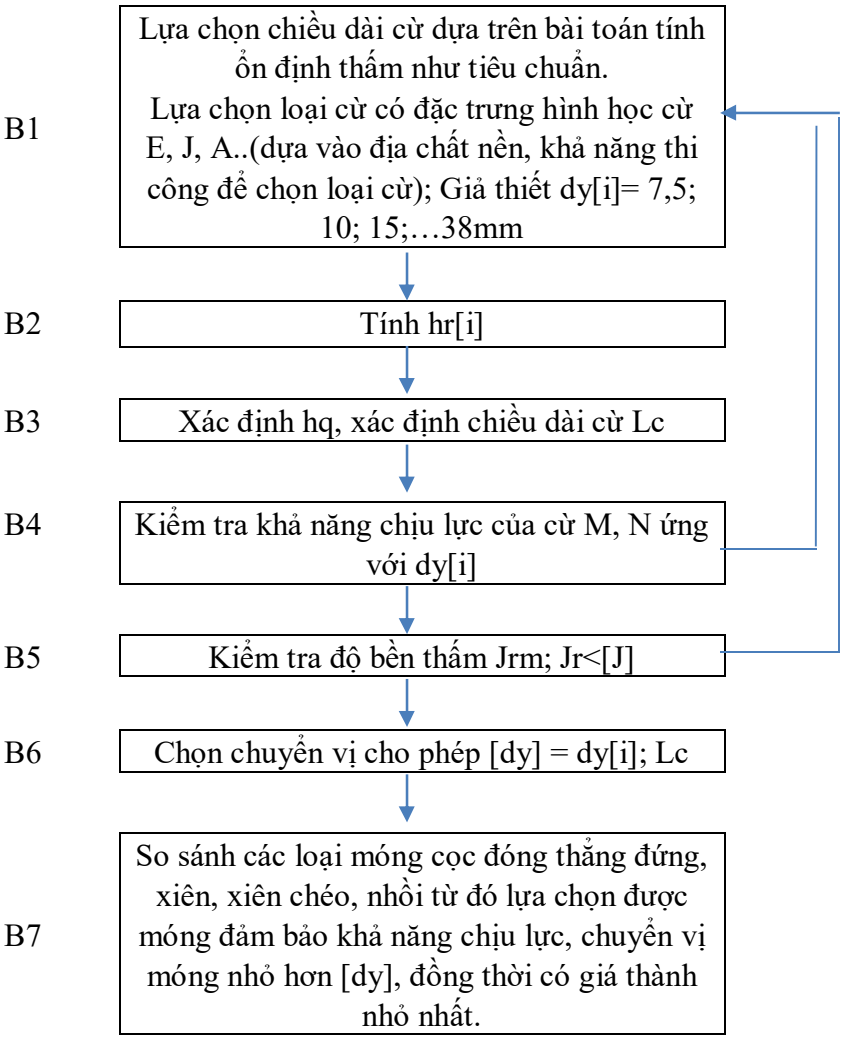
Như vậy trong tính toán phải xác định được hr. Để xác định hr ta có thể dùng các phần mềm tính toán như Lpile; Sap, Midas….Yêu cầu đầu vào là lớp đất nền mà cừ chống thấm cắm vào, đặc trưng hình học của cừ, vật liệu cừ….Sau đó cho đầu cừ dịch chuyển khoảng dy, dy1 từ đó xác định được đường chuyển vị của cừ. Chúng ta cần xác định được lúc nào thì chuyển vị cừ tắt hoặc đổi chiều. Ở vị trí đó xác định được h_r.

Từ hr xác định được: $h_{hq}=L-h_r$

Đưa h_{hq} vào phần mềm SEEP/W để xác định lại Jrm ở mũi cừ và cửa ra Jr.

3. QUY TRÌNH TÍNH TOÁN LỰA CHỌN DY MAX ĐẬP TRỤ ĐỠ

Nguyên tắc lựa chọn chuyển vị dy max là đảm bảo cho công trình làm việc bình thường



5. ÁP DỤNG TÍNH TOÁN LỰA CHỌN DY MAX ĐẬP TRỤ ĐỠ

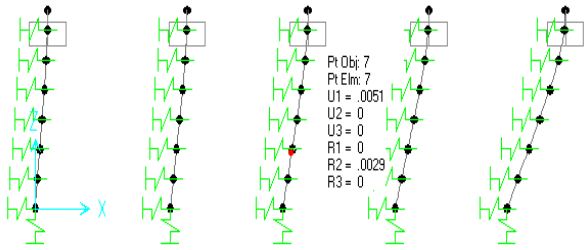
Công trình Đập Sông Hiếu là công trình được tính toán theo quy trình này. Dựa vào bài toán tính toán thấm của công trình đã lựa chọn được chiều dài cừ Lc=8m (trong mô phỏng tính toán trừ đi 1,5m nằm trong bê tông bịt đáy thì cừ chuyển vị theo bệ trụ và bê tông bịt đáy) với Jradien mũi cừ là Jrm =0,3 < [J].

Tác giả đã mô phỏng chuyển vị đầu cừ ứng với biên độ chuyển vị 15; 20; 30; 40; 70mm; Ứng với chuyển vị 1 chiều dy max là 7,5; 10; 15; 20; 35mm. Cừ được so chọn 2 loại:

Loại cứng là cừ lasen trọng lượng 60kg/cm2 có các đặc trưng hình học như sau: Loại cứng là cừ lasen trọng lượng 60kg/cm^2 có các đặc trưng hình học như sau: B=400mm; h=125mm; d=13mm; A=76,42 cm^2/cừ; J=16800cm4/m; W=1340cm3/m. E=20000 Mpa. Mo dun đàn hồi của thép gấp 7,63 lần nhựa.

Loại mềm là cừ PVC hình chữ Z có chỉ tiêu là: Trọng lượng 12kg/m; B=457mm; h=254mm; d=11.18mm; J=22709cm4/m; W=1717cm3/m. E=2620 Mpa. Momen cho phép 3980kG-m/m; phép; Momen giới hạn 7948Kg-m/m.

Hình 3 là mô phỏng tính toán chuyển vị cừ cừ thép dài 6,5m (Cừ dài 8m nhưng trừ đi phần nằm trong bê tông bịt đáy 1,5m còn lại 6,5m). Bảng 1 là giá trị chuyển vị của cừ ở các độ sâu khác nhau ứng với chuyển vị cừ dy. Ví dụ khi chuyển vị 1 chiều của đầu cừ là 15mm thì tại độ sâu -4,76m chuyển vị cừ còn lại 5mm.



Hình 3: Tính toán chuyển vị - cừ larsen

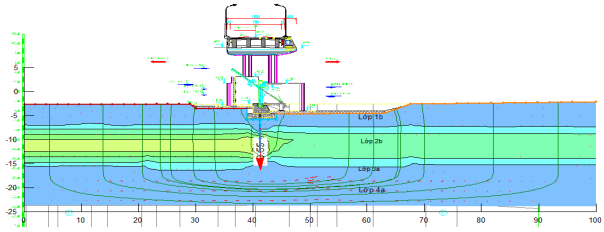
Bảng 1: Kết quả tính toán chuyển vị theo chiều sâu

Chuyển vị 2 chiều max cừ (mm)	Chuyển vị 1 chiều (mm)	Giá trị chuyển vị cừ mm ứng với các độ sâu/ cao trình							
		0	0,68	1,7	2,72	**3,74**	**4,76**	5,78	6,5
		-5,9	-6,6	-7,6	-8,6	**-9,6**	**-10,7**	-11,7	-12,4
15	7,5	7,5	7,3	6,6	5,4	4,1	0,25	1,1	0,4
20	10	10	9,8	8,8	7,2	**5,3**	3,4	1,4	0,5
30	15	15	14,7	13,1	10,8	8	**5,1**	2,1	0,8
40	20	20	19,5	17,5	14,4	10,7	6,8	2,8	1,1
70	35	35	34,2	30,6	25,2	18,7	11,9	5	1,9

Tiến hành tính toán gradien mũi cừ Jrm, và Gradien cửa ra Jr với hai giá trị dy[i] = 10mm và 15mm. Giả thiết rằng khi cừ chuyển vị <5mm thì vùng đất xung quanh cừ có tính dính và đàn hồi nên sẽ chuyển động theo cừ, khi chuyển vị lớn hơn 5mm thì đất không có khả năng phục hồi gây nêm rỗng.

Khi đầu cừ chuyển vị 1 chiều là 10mm, tại độ sâu 3,74 m thì chuyển vị cừ còn lại 4mm.

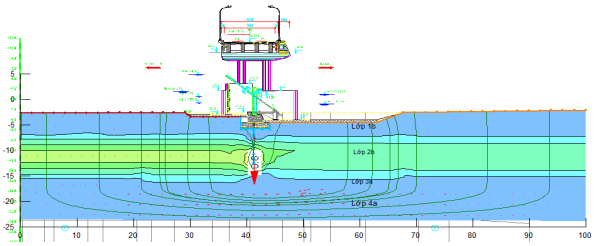
Khi đầu cừ chuyển vị 1 chiều là 15mm, tại độ sâu 4,76m chuyển vị cừ còn lại 5mm.



Hình 4: Kết quả tính toán trường hợp 1: J = 0,55 > [J]=0,45

Tại các vị trí này gradien lớn hơn gradien cho phép của đất [J] = 0,45. Khi chuyển vị một chiều là 15mm tại cao trình mũi cừ có J = 0,60.

Nếu tiếp tục tăng chuyển vị lên chiều sâu khe hở sẽ tiệm cận mũi cừ khi đó đất dưới mũi cừ sẽ bị xói ngầm dần sẽ gây mất ổn định thấm ở cửa ra dòng thấm.



Hình 5: Kết quả tính toán trường hợp 2: J = 0,60 > [J]=0,45

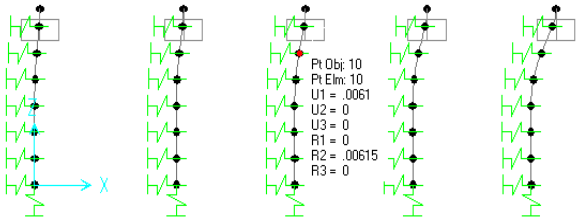
Từ kết quả tính toán với cừ thép có độ cứng lớn, khi chuyển vị thì bề rộng khe hở sinh ra càng rộng thì chiều sâu khe hở càng tăng lên do địa chất phần cừ ngàm vào là lớp đất yếu nền khả năng đàn hồi của đất rất kém.

Trong điều kiện địa chất công trình Sông Hiếu cũng không thể kéo dài mũi cừ để giảm Jrm, vì kéo thêm nữa mũi cừ làm thủng lớp chống thấm và cắm vào lớp cuội sỏi.

Tiếp tục quy trình ta quay lại thay đổi vật liệu

làm cừ, sao cho cừ mềm hơn để giảm nêm rỗng.

Tính toán với Cừ nhựa chữ Z có L=6,5m (Cừ dài 8m trừ đi phần nằm trong bê tôn bịt đáy 1,5m) có độ cứng nhỏ hơn so với cừ thép nên khi ngàm trong đất chiều sâu nêm rỗng sẽ nông hơn do chuyển vị thanh cừ tắt sớm ở độ sâu khoảng chưa đến 2m. Giả thiết rằng khi cừ chuyển vị <5mm thì vùng đất xung quanh cừ có tính dính và đàn hồi nên sẽ chuyển động theo cừ, khi chuyển vị lớn hơn 5mm thì đất không có khả năng phục hồi gây nêm rỗng.

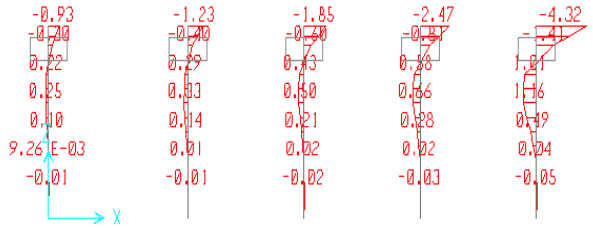


Hình 6: Mô hình tính toán chuyển vị - PA cừ nhựa

Bảng 2: Chuyển vị cừ nhựa theo độ sâu

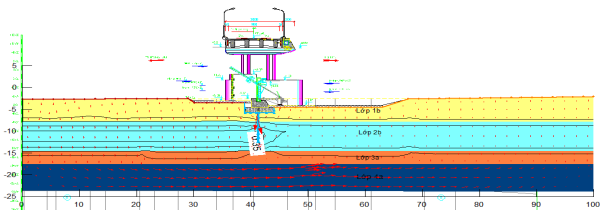
Chuyển vị 2 chiều max cừ (mm)	Chuyển vị 1 chiều (mm)	Giá trị chuyển vị cừ (mm) ứng với các độ sâu/ cao trình							
		0	0,68	1,7	2,72	**3,74**	**4,76**	5,78	6,5
		-5,9	-6,6	-7,6	-8,6	**-9,6**	**-10,7**	-11,7	-12,4
15	7,5	7,5	6,4	3,0	0,7	0,1	0,2	0,06	0,01
20	10	10,0	8,5	4,0	0,9	**0,2**	0,2	0,07	0,02
30	15	15,0	12,7	6,1	1,4	0,3	**0,3**	0,1	0,03
40	20	20,0	16,9	8,1	1,8	0,4	0,5	0,1	0,05
70	35	35,0	29,6	14,1	3,2	0,6	0,8	0,3	0,08

Khi đầu cừ chuyển vị 1 chiều là 10mm, tại độ sâu 1,7 m chuyển vị cừ còn lại là 4mm.
Khi đầu cừ chuyển vị 1 chiều là 15mm, tại độ sâu 2m chuyển vị cừ còn lại là 5mm.



Hình 7: Kiểm tra khả năng chịu lực của cừ PVC

Với chuyển vị 1 chiều lớn nhất là 1,5cm có moment 1,85 T.m < 3,98 T.m, đảm bảo điều kiện chịu lực



Hình 8: Kết quả tính toán thấm - PA cừ nhựa - TH chuyển vị 1 phía là 1,5cm có Gradien $J_{tt} = 0,35 < [J] = 0,45$

Bảng 3: So sánh kết quả gradien mũi cừ 2 PA vật liệu cừ

Phương án	Khi không có chuyển vị	PA cừ larsen- y = 1,50cm	PA cừ nhựa - y = 1,50cm
Gradien mũi cừ	0,30	0,60	0,35
Gradien cho phép	0,45	0,45	0,45

Kiểm tra	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn

Khi sử dụng cừ nhựa mềm hơn nên khi chuyển vị cừ tắt sớm nên đáy nêm rỗng hình thành nông hơn, theo kết quả bảng 4, kết quả Jrm không thay đổi nhiều so với kết quả tính toán cho trường hợp cừ không chuyển vị.

Đối công trình Sông Hiếu không được phép kéo dài cừ chống thấm vì nếu kéo dài thì mũi cừ sẽ đâm vào lớp đất thấm nhiều. Do đó theo điều kiện tính toán thấm, lựa chọn được chuyển vị lớn nhất 1 chiều dy là 15mm ứng giải pháp sử dụng cừ nhựa.

Bảng 4: Chuyển vị trụ theo các phương án móng cọc

TỔ HỢP	Phương Chuyển vị	Cọc Nhồi			
		D120			D100
		Bố trí 18 cọc	Bố trí 21 cọc	Bố trí 24 cọc	Bố trí 21 cọc
Chuyển vị max (cm)		2.100	1.630	1.300	1.440
Biên độ chuyển vị max (cm)		**3.27**	**2.562**	**2.045**	**4.05**

Chúng tôi cũng đã tính toán cho các loại móng cọc khác nhau, trong trường hợp công trình Sông Hiếu do điều kiện địa chất nền lớp đất đặt mũi cọc biến động nhiều nên theo chỉ đạo của Bộ lựa chọn cọc khoan nhồi. Trong các phương án cọc khoan nhồi thì phương án 21 cọc D120cm, có chuyển vị dy max = 16,3mm~[dy] là đảm bảo cho điều kiện về ổn định thấm, Với chuyển vị đó Momen nội lực là 146T.m/ Mômen cho phép 201T.m.

Vậy trong ví dụ tính toán này đối với công trình Sông Hiếu chọn Cừ chống thấm chữ Z bằng nhựa PVC, dài L=8m;

6. NHẬN XÉT VÀ KẾT LUẬN

Đối với công trình đập trụ đỡ, do lực ngang tác dụng lớn nên công trình thường có chuyển vị ngang. Giá trị chuyển vị ngang cho phép cần được luận chứng thông qua quy trình 7 bước đã nêu trong bài báo này trên cơ sở cân đối các mặt: ổn định thấm, khả năng chịu lực của cừ, địa chất nền và loại cừ sử dụng. Trong điều kiện địa chất cho phép có thể đóng cừ sâu hơn để đảm bảo an toàn thấm.

Nói chung khi thiết kế đập trụ đỡ nên chọn giải pháp móng có chuyển vị nhỏ theo thứ tự ưu tiên là móng cọc xiên chéo lớn, móng cọc xiên, móng cọc nhồi. Trong trường hợp phải sử dụng móng cọc khoan nhồi, móng thường có chuyển vị lớn hơn và làm cho nêm rỗng xung quanh cừ phát triển sâu hơn. Nêm rỗng sâu khi trụ chuyển vị theo hai chiều lớn, nêm có chuyển vị nhỏ khi trụ có chuyển vị nhỏ. Nêm rỗng tắt sớm khi cừ có độ cứng nhỏ, nêm sẽ phát triển sâu khi cừ có độ cứng lớn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Trần Văn Thái, Nguyễn Đình Trường. *Tính toán móng cọc xiên chéo lớn đập trụ đỡ*. NXB KHKT, 2017.

[2] GS. TS. Trương Đình Dụ (cb). *Đập trụ đỡ*. NXB Nông nghiệp, 2014.

[3] Bộ Xây dựng. *"Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế"*, Việt Nam. TCVN 10304-2014, 2014.

[4] Bộ NN&PTNT. "Công trình thủy lợi - Đập trụ đỡ - yêu cầu về thiết kế", Việt Nam. TCVN 10400: 2015, 2015

[6] Shamsher Prakash - Hari D.Sharma. *Móng cọc trong thực tế xây dựng*. NXB Xây dựng, 1999.

[7] Joseph. E. Bowles. "*Foundation analysis and desing*". International edition, 1997.

[8] *"AASHTO LRFD Bridge Design Specification". USA, 2012*

[9] Com624P - Laterally loaded pile analysis program for microcomputer Version 2.

[10] Viện Thủy Công. *"Hồ sơ thiết kế bản vẽ thi công công trình cống Sông Hiếu"*. 2018.