

TÍNH TOÁN LỰA CHỌN MÓNG CỌC TỐI ƯU CHO ĐẬP TRỤ ĐỒ

Trần Văn Thái

Viện thủy công

Tóm tắt: Đặc điểm của Đập trụ đồ là ngoài chịu tải trọng đứng còn phải chịu tải trọng ngang, thành phần tải trọng ngang trong công trình thủy lợi thường rất lớn, phụ thuộc nhiều vào chênh lệch cột nước trước và sau công trình. Trong khi đó khả năng chịu tải trọng đứng của móng cọc lớn hơn rất nhiều lần so với khả năng chịu tải trọng ngang. Do đó lựa chọn loại móng cọc và sơ đồ bố trí cọc quyết định đến hiệu quả của công trình. Bài báo này tính toán và so sánh 3 loại móng cọc khác nhau cho móng một công trình đập trụ đồ trong thực tế với cùng một loại tổ hợp tải trọng, từ đó lựa chọn được sơ đồ bố trí móng cọc tối ưu nhất.

Từ khóa: Móng cọc xiên chéo, đập trụ đồ, móng cọc

Summary: The characteristics of the pillar dams are both vertical and horizontal anh Momen forces acting simultaneously. The horizontal load component of the hydraulic construction is very large, depending on the difference of water column before and after the works. Meanwhile vertical bearing capacity load of pile foundation structure is much larger than the horizontal one.

This paper computes and compares three different types of pile foundations for a pillar dam in fact with the same load combination, thus selecting the optimal pile foundation scheme.

Keyword: raking pile; pillar dam; pile foundation

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đặc điểm của công trình thủy lợi nói chung khác với các công trình giao thông, xây dựng là ngoài chịu tải trọng đứng còn phải chịu tải trọng ngang thường rất lớn, phụ thuộc nhiều vào cột nước trước và sau công trình. Trong khi đó, thông thường các kết cấu nền móng cọc có khả năng chịu tải trọng đứng lớn hơn rất nhiều lần so với khả năng chịu tải trọng ngang. Trong quá trình nghiên cứu TS Trần Văn Thái đã đề xuất móng cọc xiên chéo lớn áp dụng cho đập trụ đồ là tối ưu nhất trong trường hợp độ sâu đặt móng không quá lớn (giới hạn trong 1-2 đọt cọc khoảng 15-24m). Bài báo này tính toán và so sánh 3 loại móng

cọc khác nhau cho móng một công trình đập trụ đồ thực tế với cùng một loại tổ hợp tải trọng, từ đó lựa chọn được sơ đồ bố trí móng cọc tối ưu nhất đạt hiệu quả cao nhất.

Thông thường khi thiết kế móng cọc, tư vấn mặc nhiên là chọn một loại móng cọc nào đó mà ít khi có tính toán luận chứng đầy đủ cả về hiệu quả kinh tế kỹ thuật. Đặc biệt có một số nhà quản lý, thậm chí một số nhà khoa học còn ngộ nhận rằng móng cọc khoan nhồi là hiện đại nhất. Móng cọc khoan nhồi áp dụng cho các vùng xây chen vì đóng cọc gây rung động có thể phá hủy các công trình lân cận. Móng cọc khoan nhồi áp dụng cho công trình cầu có tải trọng đứng là chính, tải trọng ngang nhỏ. Móng

Ngày nhận bài: 09/10/2018

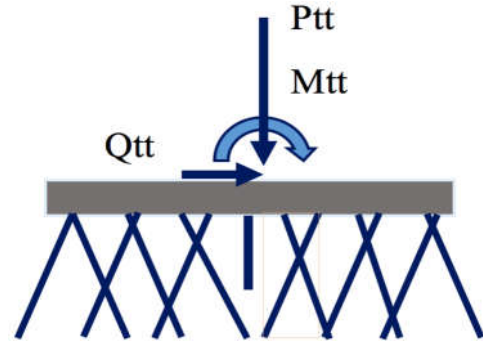
Ngày thông qua phản biện: 20/11/2018

Ngày duyệt đăng: 28/11/2018

cọc khoan nhồi thi công nhanh. Nhưng nhược điểm lớn nhất của móng cọc khoan nhồi là chuyển vị ngang lớn và đặc biệt giá thành đắt. Trong bài báo này tác giả sẽ so chọn 7 phương án móng cọc khác nhau cho móng đập trụ đỡ để chứng minh luận điểm trên.

2. ĐẶT BÀI TOÁN

Một đập trụ đỡ trong thực tế có tổ hợp tải trọng Qtt; Ptt; Mtt tác dụng vào công trình như hình 1 và bảng 1, 2 như sau:



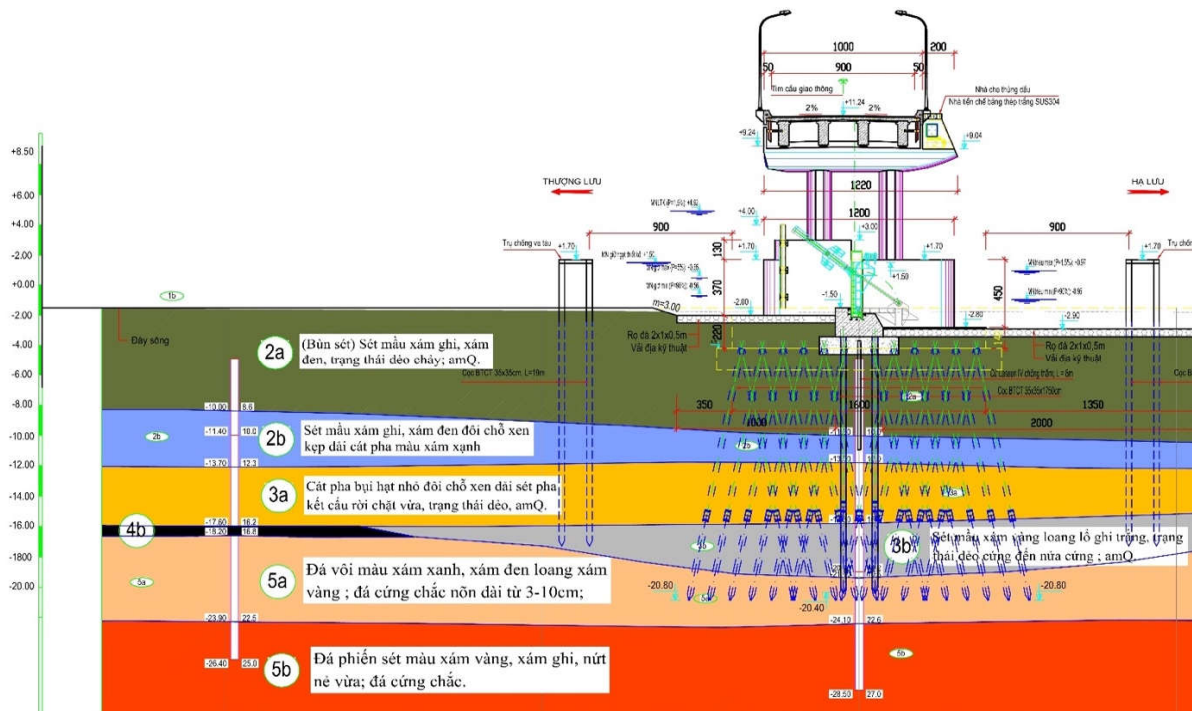
Hình 1: Sơ đồ tổ hợp tải trọng

Bảng 1. Tổ hợp lực trụ giữa - THNM

Tổ hợp	Tải trọng				
	ΣP_{TT} (T)	ΣQ_{xTT} (T)	ΣQ_{yTT} (Tm)	ΣM_{xTT} (Tm)	ΣM_{yTT} (Tm)
THCB - Tiêu chuẩn	1710,59	45,18	-363,25	-900,50	660,01
THCB – Tính toán	1869,54	60,36	-371,10	-832,03	879,77

Bảng 2. Tổ hợp lực trụ giữa – THGN

Tổ hợp	Tải trọng				
	ΣP_{TT} (T)	ΣQ_{xTT} (T)	ΣQ_{yTT} (Tm)	ΣM_{xTT} (Tm)	ΣM_{yTT} (Tm)
THCB - Tiêu chuẩn	1686,62	47,96	490,94	899,57	659,01
THCB – Tính toán	1845,40	63,98	499,63	779,78	878,48



Hình 2: Mặt cắt công trình và điều kiện địa chất

Bảng 3. Thông số đất nền đưa vào phần mềm cọc đóng

Tên lớp	Cao độ	N _{SPT}	S _u	ε ₅₀	ε ₁₀₀	K _h	Mô hình	γ	φ
			kPa			kN/m ³		kN/m ³	độ
Lớp 2b	Đỉnh lớp	4	24	0,020	0,060	66304	Soft Clay with free water (Reese)	16,7	4,78
	Đáy lớp								
Lớp 3a	Đỉnh lớp	8	48	0,01	0,03	142466	Stiff Clay with free water (Reese)	20,1	7,27
	Đáy lớp								
Lớp 4a	Đỉnh lớp	100	606	0,007	0,021	2312576,95	Sand (Reese)	25	45
	Đáy lớp								
Lớp 5	Đỉnh lớp	100	606	0,005	0,015	2312576,95	Rock	25	
	Đáy lớp								

Bảng 4. Thông số đất nền đưa vào phần mềm cọc khoan nhồi

Tên lớp	Cao độ	N _{SPT}	S _u	ε ₅₀	ε ₁₀₀	K _h	Mô hình	γ	φ
			kPa			kN/m ³		kN/m ³	độ
Lớp 2b	Đỉnh lớp	4	24	0,020	0,060	82786	Soft Clay with free water (Reese)	16,7	4,78
	Đáy lớp								
Lớp 3a	Đỉnh lớp	8	48	0,01	0,03	177881	Stiff Clay with free water (Reese)	20,1	7,27
	Đáy lớp								
Lớp 4a	Đỉnh lớp	100	606	0,007	0,021	2887435,18	Sand (Reese)	25	45
	Đáy lớp								
Lớp 5	Đỉnh lớp	100	606	0,005	0,015	2887435,18	Rock	20,1	18,28
	Đáy lớp								

Tác giả lựa chọn các sơ đồ móng cọc như sau:

Phương án 1: **Bố trí 78 cọc BTCT 35*35cm**, chiều dài L=15.5m, đóng xiên 1:5

Phương án 2: **Bố trí 60 cọc BTCT 40*40cm**, chiều dài L=15.5m, đóng xiên 1:5

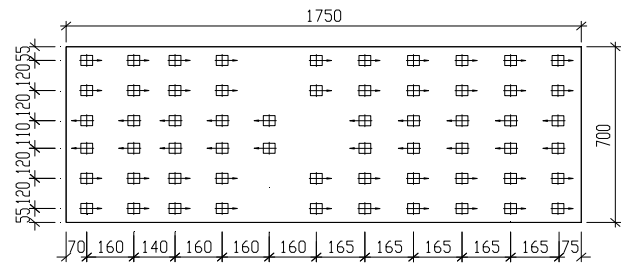
Phương án 3: **Bố trí 144 cọc BTCT 35*35cm**, chiều dài L=15.5m, đóng thẳng

Phương án 4: **Bố trí 136 cọc BTCT 35*35cm**, chiều dài L=15.5m, đóng thẳng

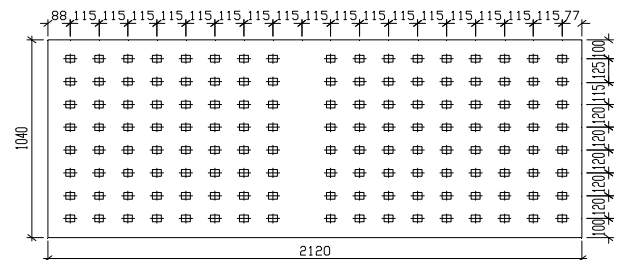
Phương án 5: **Bố trí 18 cọc khoan nhồi** D=120cm, chiều dài L=20m, thẳng

Phương án 6: **Bố trí 21 cọc khoan nhồi** D=120 cm, chiều dài L=20m, thẳng

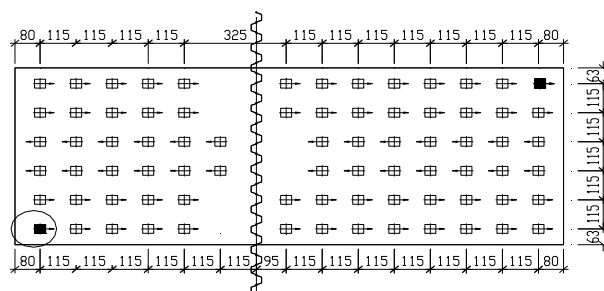
Phương án 7: **Bố trí 21 cọc khoan nhồi** D=120 cm, chiều dài L=20m, thẳng



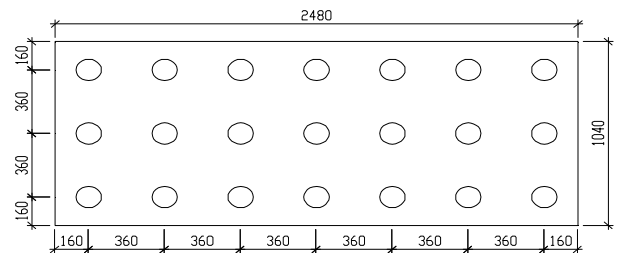
Mặt bằng bố trí cọc 60 cọc 40x40cm



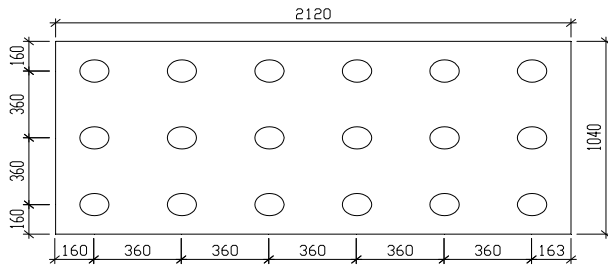
Hình 1.4 Mặt bằng bố trí 144 cọc 35x35, đứng



Mặt bằng bố trí cọc 78 cọc 35x35cm



Hình 1.5 Mặt bằng bố trí 21 cọc nhồi D120 cm



Hình 1.6 Mặt bằng bố trí 18 cọc nhồi D120 cm

Mặt bằng 24 cọc khoan nhồi thì như sơ đồ hình 1-5 nhưng thêm 3 cọc.

Thông số vật liệu dùng để kiểm tra cốt thép cọc

- Đặc trưng của vật liệu thép CB400-V (theo TCVN 1651:2008) (thép nhóm CIII): Giới hạn chảy, 400.000 kPa; Modul đàn hồi, $E = 200.000.000$ kPa

- **Đặc trưng vật liệu bê trụ M400:**

Moodul vật liệu bê tông, $E_o = 33.000.000$ kPa; Hệ số poisson, $\nu = 0,2$; Trọng lượng riêng, $\gamma = 0$ (kN/m^3)

- **Đặc trưng vật liệu bê tông cọc BTCT M400:**

Modul vật liệu bê tông, $E_o = 33.000.000$ kPa. Cường độ chịu nén của bê tông tính theo trạng thái giới hạn thứ nhất $f_{ctt} = \gamma_{cb} \cdot f_c = 0,85 \times 17500$

= 14875 kPa

- **Đặc trưng vật liệu bê tông cọc khoan nhồi:**

+ Moodul vật liệu bê tông, $E_o = 33.000.000$ kPa

+ Cường độ chịu nén của bê tông tính theo trạng thái giới hạn thứ nhất: 10410 kPa

3. MÔ HÌNH TÍNH TOÁN

Móng cọc được mô hình bằng chương trình máy tính FB-Pier. Các cọc được mô hình bằng phần tử dầm, liên kết với nhau bởi đài cọc là phần tử tấm.

- Sự làm việc đồng thời của hệ kết cấu - nền được mô tả thông qua đường cong biến dạng - tải trọng (đường cong p-y). Đường cong p-y của từng lớp đất được xây dựng từ các đặc trưng cơ lý của lớp (Sức kháng cắt không thoát nước, hệ số nền, góc ma sát trong ...)

- Giả thiết tính toán: Coi bê cọc là bê cứng và liên kết đầu cọc - bê là liên kết ngàm.

- Cọc khoan nhồi bố trí 28 phi 28; cọc 35x35 bố trí thép phi 8 phi 22; cọc 40x40 bố trí thép 8 phi 25.

4. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN:

Bảng 5: Chuyển vị các Phương án móng

TỔ HỢP	Phương Chuyển vị	Cọc Nhồi				144 Cọc thẳng	Cọc xiên chéo 1:5	
		D120			D100		Cọc 35x35	Cọc 40x40
		Bố trí 18 cọc	Bố trí 21 cọc	Bố trí 24 cọc	Bố trí 21 cọc		78 Cọc xiên	60 Cọc xiên
THNM	X	0.018	0.038	0.014	0.044	0.011	0.062	0.048
	Y	1.170	0.932	0.745	1.440	0.464	0.616	0.646
THGN	X	0.019	0.039	0.015	0.044	0.014	0.060	0.047
	Y	2.100	1.630	1.300	2.61	0.845	0.524	0.603
Chuyển vị max (cm)		2.100	1.630	1.300	1.440	0.845	0.616	0.646
Biên độ chuyển vị max (cm)		3.27	2.562	2.045	4.05	1.309	1.14	1.249

Bảng 6. Momen và lực dọc các Phương án móng

Tổ hợp	Phương	CỌC NHỒI								MÓNG CỌC THẲNG		ĐÓNG XIÊN CHÉO			
		CỌC NHỒI D120				CỌC NHỒI D100						Cọc BTCT 35x35		Cọc BTCT 40x40	
		Moment	Lực dọc	Moment	Lực dọc	Moment	Lực dọc	Moment	Lực dọc	Moment	Lực dọc	Moment	Lực dọc	Moment	Lực dọc
Số lượng cọc		18 Cọc		21 Cọc		24 cọc		21 Cọc		144 Cọc thẳng		78 Cọc xiên		60 Cọc xiên	
THNM	3	21.9	155	22.2	158	19.7	150	16.6	139	1.5	37.8	1.78	64	2.89	75.1
	2	81.9		62.8		62.1		60.6		4.44		8.96	12		
THGN	3	20.5	163	22.2	156	19.4	144	16.6	137	0.99	37.1	2.38	56.7	2.89	78.2
	2	169		146		127		129.0		8.65		6.96	13.2		
Nội lực Max		169	163	146	158	127	150	129.0	139	8.65	37.8	8.96	64	13.2	78.2
SCT tính toán/moment giới hạn		201.5	679	201.5	679.2	201.5	679.2	147.0	471.7	10.1	180	13.37	176.4	17.17	230.3
Hệ số an toàn		1.19	4.17	1.38	4.30	1.59	4.53	1.140	3.39	1.17	4.76	1.49	2.76	1.30	2.95
Hệ số an toàn cho phép		1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.150	1.150	1'150	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15

5. NHẬN XÉT VÀ KẾT LUẬN

Đối với công trình này có lực ngang lớn (tỉ số giữa lực ngang/lực đứng = $499,63T / 1845,4T = 27\%$ đến $490,94T/1686,62T=29\%$).

Qua bảng 5 và 6 chọn được 2 tổ hợp móng cọc gồm 21 cọc khoan nhồi D120 và móng gồm 60 cọc đóng 40x40 để phân tích so chọn. Về chuyển vị: Biên độ chuyển vị nhỏ dần từ móng 18 cọc D120 đến 24 cọc D120 lần lượt là: 3,27; 2,52; 2,045. Biên độ chuyển vị lớn nhất khi dùng 21 cọc D100cm. Đối với móng cọc xiên chéo chuyển vị nhỏ hơn hẳn, biên độ chuyển vị bằng 1,14cm đối với móng 78 cọc 35x35 xiên 1:5; 1,249cm khi móng gồm 60 cọc 40x40. Đối với móng toàn cọc thẳng thì số lượng cọc trong móng gấp đôi là 144 cọc thì chuyển vị bằng 1,309cm. Chuyển vị nhỏ đảm bảo an toàn trong các trường hợp, chuyển vị lớn sẽ mang đến rủi ro cao hơn do đất xung quanh cọc bị chảy dẻo. Nói chung chuyển vị khuyến cáo không được lớn hơn 1 in = 2,54 cm và đảm bảo Momen không vượt quá sức chịu của cọc và Lực dọc không vượt quá sức chịu của đất nền. Đối với kết cấu đập trụ đỡ cần phải hống chế biên độ chuyển vị nhỏ để đảm bảo nê m rông chuyển vị bên cạnh thân cừ chống thấm không phát triển

quá sâu gây giảm hiệu quả cừ và có thể bị thấm. Trong một số trường hợp thay thế cừ thép bằng cừ nhựa cũng sẽ giảm thiểu sự phát triển của nê m rông này do cừ nhựa mềm hơn cừ thép nên chuyển vị trong thân cừ chống thấm bị tắt nhanh ở đầu cừ.

Móng cọc xiên chéo và móng cọc đứng có Momen tương đương nhưng lực dọc trong móng cọc xiên chéo lớn hơn do đó Momen giới hạn của móng cọc xiên chéo là 13,37T.m lớn hơn Mgh của Móng cọc thẳng chỉ đạt 10,1T.m. Độ nhạy của đất nền xung quanh thân cọc ít ảnh hưởng đến nội lực của Móng cọc xiên chéo, vì lực ngang đã chuyển thành lực dọc chống xuống tầng mũi cọc.

Xét về hiệu quả kinh tế, 01 md cọc nhồi D120cm có thể tích 1,13m³; 1m cọc 40x40 có thể tích: 0,16m³. Như vậy móng có 21 cọc khoan nhồi có thể tích là 24,7m³/1dài. Móng có 60 cọc 40x40 có thể tích cọc 9,6m³. Vậy móng cọc khoan nhồi có thể tích bê tông gấp 2,57 lần móng cọc đóng 40x40. Cọc khoan nhồi D120 bố trí 28phi 28, như vậy 1m dài tốn 135 kg thép. 21 cọc tốn 2835 kg thép. Cọc bê tông cốt thép 40x40 bố trí 8phi 25, như vậy 1m dài tốn 30,8 kg thép. 60 cọc tốn 1848 kg thép. Như vậy

lượng sử dụng thép móng cọc khoan nhồi cao hơn cọc đóng 40x40 là **1,534** lần. Như vậy trong trường hợp này sử dụng móng cọc đóng xiên

chéo có hiệu quả kinh tế cao hơn và chuyển vị của móng nhỏ hơn.

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] Vũ Công Ngữ, Nguyễn Thái. *Móng cọc - phân tích và thiết kế*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2006.
- [4] Bộ Xây dựng. "*Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế*", Việt Nam. TCVN 10304-2014, 2014.
- [5] Bộ NN&PTNT. "*Công trình thủy lợi - Đập trụ đỡ - yêu cầu về thiết kế*", Việt Nam. TCVN 10400: 2015, 2015
- [6] Shamsheer 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 Bào Châu*". Cà Mau, thuộc dự án Quản lý thủy lợi phục vụ phát triển nông thôn vùng Đồng bằng sông Cửu Long, 2013.
- [11] Viện Thủy Công. "*Hồ sơ thiết kế bản vẽ thi công công trình cống Cầu Xe*". Hải Dương, thuộc dự án nâng cấp cống Cầu Xe thuộc hệ thống thủy lợi Bắc Hưng Hải.
- [12] Viện Thủy Công. "*Hồ sơ thiết kế bản vẽ thi công công trình cống Bông Bót*". Trà Vinh, thuộc dự án kiểm soát nguồn nước thích ứng với biến đổi khí hậu cho vùng Nam Măng Thít tỉnh Vĩnh Long và Trà Vinh, 2017.