

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI
PGS. TS. TRẦN QUỐC THƯỜNG (Chủ biên)
PGS. TS. VŨ THANH TẾ

ĐẬP TRÀN THỰC DỤNG



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG



MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	4
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU	5
Chương I: GIỚI THIỆU CHUNG ĐẬP TRÀN THỰC DỤNG	6
§I.1. khái quát	6
§I.2. ĐẬP TRÀN MẶT CẮT DẠNG ÔPHIXÊRÔP	6
I. Xác định mặt cắt tràn dạng Ôphixêrôp	6
II. Phương pháp xác định mặt cắt đập tràn Ôphixêrôp	8
III. Khả năng tháo của đập tràn dạng Ôphixêrôp	12
§I.3. ĐẬP TRÀN MẶT CẮT DẠNG WES	23
I. Sơ lược lịch sử phát triển	23
II. Xác định mặt cắt đập tràn dạng WES	25
III. Khả năng tháo của đập tràn dạng WES	27
§I.4. XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ THỦY LỰC CB MẶT TRÀN DẠNG WES... ..	32
I. Phân bố áp suất trên mặt tràn dạng WES	32
II. Xác định đường mặt nước trên mặt tràn WES	36
III. Xác định vận tốc trên mặt tràn WES	42
§I.5. VÍ DỤ	43
I. Các thông số kỹ thuật chính của công trình	43
II. Xác định mặt cắt theo dạng WES	43
III. Xác định mặt cắt đập tràn theo dạng Ôphixêrôp	46
§I.6. ĐẬP TRÀN XẢ LŨ KẾT HỢP	51
Câu hỏi cuối chương	54
Chương II: DÒNG CHẢY LƯU TỐC CAO	55
§II.1. KHÁI QUÁT	55
I. Ý nghĩa của dòng lưu tốc cao	55
II. Một số công trình bị hư hỏng do xâm thực	57
§II.2. MẠCH ĐỘNG LƯU TỐC	60
I. Phương pháp Reynol	60
II. Thống kê đặc trưng của mạch động lưu tốc	63
§II.3. NGHIÊN CỨU MẠCH ĐỘNG ÁP SUẤT	70
I. Ý nghĩa nghiên cứu mạch động áp suất của dòng rối	70
II. Cơ chế mạch động áp suất của dòng rối	71
III. áp suất mạch động của tầng biên dòng rối	71
IV. Áp suất mạch động trong dòng chảy hoá khí	81
V. Kỹ thuật đo đạc	82
§II.4. NGHIÊN CỨU BIỆN PHÁP GIẢM XÂM THỰC	85
I. Khái quát	85
II. Nguyên lý trộn khí giảm xâm thực và hiệu quả của nó	85
III. Hình thức bố trí trộn khí giảm khí thực trong công trình tràn nước	88
IV. Thiết bị trộn khí giảm xâm thực ở công trình thực tế	90
V. Nghiên cứu ngưỡng và máng trộn khí	98
VI. Biện pháp chống xâm thực bằng sức bền vật liệu	103
VII. Kết luận	106
§II.5. VÍ DỤ	106
I. Giới thiệu sơ lược về tràn xả lũ	106
II. Yêu cầu thí nghiệm chọn thiết bị trộn khí	107
III. Kết quả thí nghiệm	107
Câu hỏi cuối chương:	114
Chương III: TIÊU NẮNG DÒNG PHUN VÀ XÓI HẠ LƯU TRÀN XẢ LŨ	115

§III.1. KHÁI QUÁT TIÊU NĂNG DÒNG PHUN VÀ XÓI HẠ LƯU.....	115
§III.2. TIÊU HAO NĂNG LƯỢNG DO DÒNG PHUN	116
§III.3. CHỌN HÌNH THỨC MŨI HẮT	118
I. Các dạng mũi hắt	118
II. Khả năng tiêu hao năng lượng của mũi hắt	118
§III.4. XÓI NỀN ĐÁ DO DÒNG PHUN	120
I. Bản chất xói nền đá do dòng phun.....	120
II. Một số kết quả nghiên cứu	121
III. Một số phương pháp xác định hố xói trên nền đá do dòng phun.....	123
§III.5. ÁP LỰC MẠCH ĐỘNG Ở VÙNG DÒNG CHẢY RỐI MẠNH.....	132
I. Áp lực mạch động ở đáy vùng nước nhảy	133
II. Áp lực mạch động ở đáy hố xói sau dòng phun khuếch tán.....	134
§III.6. PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH HÓA VẬT LIỆU XÓI NỀN ĐÁ	136
I. Tương tự vật liệu rời	137
II. Tương tự vật liệu xói dính	137
§III.7. VÍ DỤ THIẾT KẾ VẬT LIỆU NỀN ĐÁ Ở MÔ HÌNH.....	138
I. Tài liệu cơ bản công trình	138
II. Chế tạo vật liệu xói rời ở mô hình.....	138
1. <i>Thí nghiệm phụ trợ để xác định vật liệu xói rời</i>	139
III. Chế tạo vật liệu xói dính ở mô hình	139
IV. Nhận xét.....	141
TÀI LIỆU THAM KHẢO	143

LỜI NÓI ĐẦU

Hiện nay khi thiết kế đập tràn trọng lực đều theo quy phạm tính toán thủy lực đập tràn QP.TL.C-8-76. Quy phạm này chỉ phù hợp với mặt cắt tràn dạng Ôphixêrốp. Từ năm 1999 đến nay nhiều đập tràn đã được thiết kế và xây dựng với mặt cắt dạng WES, như: Bình Điền, Sông Tranh 2, Kanak, Cửa Đạt, Sơn La ... Trong quá trình thiết kế vì chưa có quy phạm nên người thiết kế chưa có cơ sở để vận dụng, do đó khi thiết kế loại đập tràn này vừa qua chưa được thống nhất.

Cuốn sách được viết trên cơ sở tập hợp phương pháp xác định các thông số thủy lực chính để lựa chọn mặt cắt tràn dạng WES của Mỹ và Trung Quốc; cũng như những kết quả áp dụng ban đầu ở Việt Nam.

Cuốn sách cũng nêu một số kết quả nghiên cứu và thực nghiệm về dòng lưu tốc cao lần đầu tiên tiến hành ở Việt Nam; trong đó có đóng góp của các tác giả. Cuốn sách là tài liệu tham khảo cho các cán bộ nghiên cứu, học viên cao học, nghiên cứu sinh và sinh viên đại học ngành công trình thủy; cũng như các kỹ sư thiết kế công trình thủy lợi, thủy điện.

Các tác giả xin bày tỏ lòng cảm ơn chân thành đối với GS.TSKH. Trịnh Trọng Hàn (Hội đồng chức danh giáo sư Nhà nước), GS.TS. Nguyễn Cảnh Cầm (Trường đại học Thủy lợi) đã đọc và góp nhiều ý kiến quý báu cho bản thảo.

Các tác giả chân thành cảm ơn KSCC. Lê Duy Hàm (Viện Khoa học Thủy lợi) đã giúp đỡ phân tài liệu tham khảo bằng tiếng Trung.

Các tác giả chân thành cảm ơn cử nhân Tô Vĩnh Cường, Trần Tiểu Vân (Phòng Nghiên cứu Thủy lực Công trình – Viện Khoa học Thủy lợi) đã giúp đỡ phần chế bản.

Đây là một vấn đề khoa học chuyên sâu, một chuyên ngành mang đặc thù riêng, nên chắc chắn chưa đáp ứng được đầy đủ các yêu cầu của người đọc.

Khi biên soạn cuốn sách, các tác giả đã có nhiều cố gắng, nhưng không tránh khỏi thiếu sót.

Các tác giả mong nhận được những đóng góp chân thành của độc giả.

Các tác giả

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU

ρ : Khối lượng riêng của nước

ν : Hệ số nhớt động học

C: Hệ số Sêdy

λ : Hệ số sức cản dọc đường

n: Hệ số nhám

Fr: Số Frút, $Fr = \frac{v}{\sqrt{gh}}$

Re: Số Reynol

Re_{gh} : Số Reynol giới hạn

Re_{gh} trên: Số Reynol giới hạn trên

Re_{gh} dưới: Số Reynol giới hạn dưới

$F\mu$: Lực nhớt

WES: Waterways Experiment Station (trung tâm thí nghiệm đường thủy)

v_a : Vận tốc dòng khí

q_a : Lưu lượng đơn vị dòng khí

c_k : Nồng độ trộn khí

β : Hệ số trộn khí

c_p : Hệ số giảm áp

Chương I: GIỚI THIỆU CHUNG ĐẬP TRÀN THỰC DỤNG

§I.1. khái quát

Ở Việt Nam từ năm 1960 đến năm 1998 các đập tràn trọng lực đều theo quy phạm trước đây (quy phạm biên soạn từ tài liệu của Liên Xô và Trung Quốc) được thiết kế mặt cắt tràn theo dạng Ôphixêrôp; như:

- + Đập tràn hồ chứa nước Thác Nhòng
- + Đập tràn Thông Gót
- + Đập tràn hồ chứa nước Cam Ranh
- + Đập tràn hồ chứa nước Mỹ Bình
- + Đập tràn hồ chứa nước Ngòi Nhì
- + Đập tràn thủy điện Sông Hinh
- + Đập tràn thủy điện YALy
- + Đập hồ chứa nước Tân Giang
- + Đập tràn hồ chứa nước Núi Cốc
- + Đập tràn thủy điện Thác Bà
- + Đập tràn hồ chứa nước Định Bình
- + Đập tràn hồ chứa nước Thuận Ninh
- + Đập tràn hồ chứa nước sông Mực
- + Đập tràn thủy điện Hòa Bình ...

Từ năm 1999 đến nay do yêu cầu cung cấp điện, nước cho các khu công nghiệp, đô thị và dân sinh kinh tế ..., nhiều công trình thủy lợi, thủy điện lớn đã được thiết kế và xây dựng. Đồng thời với sự trao đổi khoa học kỹ thuật và tư vấn của chuyên gia nước ngoài nên nước ta đã thiết kế và xây dựng một số đập tràn với mặt cắt dạng WES, như:

- + Đập tràn thủy điện Sơn La
- + Đập tràn hồ chứa nước Cửa Đạt
- + Đập tràn thủy điện Bình Điền
- + Đập tràn thủy điện Ba Hạ
- + Đập tràn thủy điện Sông Tranh II
- + Đập tràn thủy điện Kanak
- + Đập tràn thủy điện Sê San 3.

Trong quá trình thiết kế vì chưa có quy phạm mới nên người thiết kế chưa có cơ sở để vận dụng, do đó khi thiết kế đập tràn của một số công trình vừa qua chưa được thống nhất.

§I.2. ĐẬP TRÀN MẶT CẮT DẠNG ÔPHIXÊRÔP

I. Xác định mặt cắt tràn dạng Ôphixêrôp

Đập tràn kiểu hình cong còn gọi là kiểu đập tràn thực dụng được dùng nhiều nhất, loại này dòng chảy nổi tiếp tương đối thuận, đường viền dưới của lưỡi nước bám sát

theo mặt đập chảy từ thượng lưu xuống hạ lưu, hệ số lưu lượng tháo qua đập tràn lớn hơn đập tràn đỉnh rộng dạng hình thang.

Trong công trình thực tế thường gặp 2 loại:

+ Loại thứ nhất trên đỉnh tràn không bố trí trụ pin và cửa van, ta gọi là công trình đập tràn tự do, như: đập Bái Thượng trên sông Chu, Thanh Hóa; đập sông Tiêm, Hà Tĩnh; đập Xu Pha Nu Vông, Quảng Bình; đập Liễn Sơn, Vĩnh Phúc; đập Thác Huống, Thái Nguyên...

Loại đập này chiều cao đập không lớn thường từ 5÷20m, nhiệm vụ chủ yếu là: mùa kiệt dâng mực nước sông, tạo ra đầu nước để lấy nước tưới; mùa lũ thì tháo lũ xuống hạ lưu với các cấp lưu lượng lũ ứng với tần suất khác nhau.

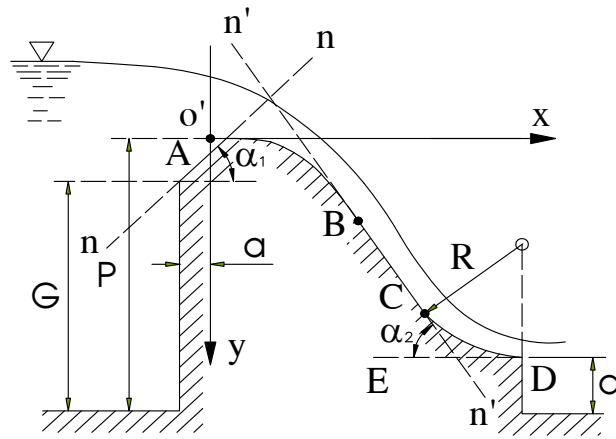
+ Loại thứ hai là trên mặt đập có bố trí các trụ pin, trên đỉnh tràn có cửa gọi là đập tràn có cửa van nhằm tạo dung tích hồ chứa: phát điện, phòng lũ, cấp nước tưới, cấp nước phục vụ công nghiệp và sinh hoạt. Ngày nay do yêu cầu: nâng cao đầu nước cho đập dâng; nhằm tăng thêm cột nước và lưu lượng cấp nước nhưng lại đảm bảo khả năng tháo lũ, người ta lắp thêm trên đỉnh đập tràn một đập cao su cao 2÷3m để khi lũ chính vụ đến thì cho đập cao su xẹp xuống đảm bảo khả năng thoát lũ; cuối mùa lũ dâng đập cao su lên để tích thêm nước mà không dùng biện pháp cải tạo trụ pin lắp cửa van điều tiết.

Đập tràn thực dụng được thiết kế theo hai dạng: dạng mặt cắt có chân không và dạng mặt cắt không chân không. Phần lớn là thiết kế mặt cắt tràn theo dạng không chân không để giảm bớt khả năng bê tông mặt tràn bị xâm thực. Cũng xin nói rõ rằng mặt cắt tràn không bị chân không chỉ là tương đối vì mỗi mặt cắt tràn khi thiết kế ứng với một cột nước H_{TK} nhất định, song trong quá trình vận hành xả lũ với nhiều cột nước tác dụng trên mặt tràn khác nhau nên sẽ xuất hiện áp suất chân không với giá trị khác nhau; giá trị áp suất âm này lớn khi mà tỷ số cột nước tác dụng trên đỉnh tràn so với cột nước thiết kế càng lớn $\left(\frac{H_{dtr}}{H_{TK}} > 1.10\right)$.

Đối với loại mặt cắt đập tràn thực dụng không chân không dòng chảy trên mặt đập sẽ êm, áp suất dọc theo mặt đập thường là dương. Còn mặt cắt đập tràn thực dụng có chân không, trên đỉnh mặt đập có áp lực chân không, khi chân không lớn có thể sinh ra hiện tượng khí thực nên bê tông bị xâm thực.

Hệ số lưu lượng của đập tràn có chân không lớn hơn đập tràn không chân không khoảng 7÷15%. Để đảm bảo an toàn cho công trình, tránh hiện tượng khí thực người ta không cho phép trị số chân không quá lớn, thường nhỏ hơn -6.0m cột nước, theo quy phạm thiết kế đập tràn ở nước ngoài thì phạm vi cột nước chân không là -6.0÷-3.0m.

Loại mặt cắt của đập không chân không còn gọi là phi chân không dạng Corighe - Ôphixêrôp được ứng dụng rộng rãi ở các nước trong phe xã hội chủ nghĩa trước đây như: Liên Xô, Trung Quốc, Hungari, Anbani, Việt Nam .v.v. như hình 1.1.



Hình 1.1. Mặt cắt tràn dạng Corrighe - Ôphixêrôp

II. Phương pháp xác định mặt cắt đập tràn Ôphixêrôp

Muốn vẽ mặt cắt đập tràn Ôphixêrôp trước hết xác định cột nước H_{TK} , sau đó căn cứ vào tọa độ ở hình 1.1 để vẽ đường cong $O'B$, tiếp đó vẽ đường thẳng BC và DE tiếp tuyến với đường cong đó cùng với đường thẳng nằm ngang tạo thành góc α_2 .

Đoạn cong ngược có bán kính R không ảnh hưởng tới khả năng tháo mà chủ yếu là có liên quan đến việc nối tiếp dòng chảy với hạ lưu. Nếu nối tiếp tốt thì lấy giá trị R theo bảng 1, trong đó H_{tr} là cột nước trên đỉnh đập tràn. Khi thiết kế có thể lấy giá trị R như sau:

+ Đối với đập thấp trên nền mềm có cột nước trên đỉnh tràn lớn thì :

$$R = (0.50 \div 1.0) (H_{TK} + Z_{max}) \quad (1.1)$$

+ Đối với đập cao trên nền đá, cột nước trên đỉnh nhỏ hơn 5m thì:

$$R = (0.25 \div 0.50) (H_{TK} + Z_{max}) \quad (1.2)$$

Trong đó:

Z_{max} - Độ chênh cột nước lớn nhất thượng, hạ lưu.

H_{TK} - Cột nước thiết kế trên đỉnh đập tràn.

Hình dạng mặt cắt cong CDE (hình 1.2a) phải căn cứ vào H_{TK} mà xác định. Trị số H_{TK} thường là cột nước thiết kế để xả được lưu lượng lũ theo tần suất lũ thiết kế.

Trong quá trình vận hành công trình cột nước tác dụng trên đỉnh tràn luôn luôn thay đổi.

Nếu khi $H_{tr} < H_{TK}$ thì trên mặt tràn CDE không thể xảy ra hiện tượng chân không, tức là không có áp suất âm.

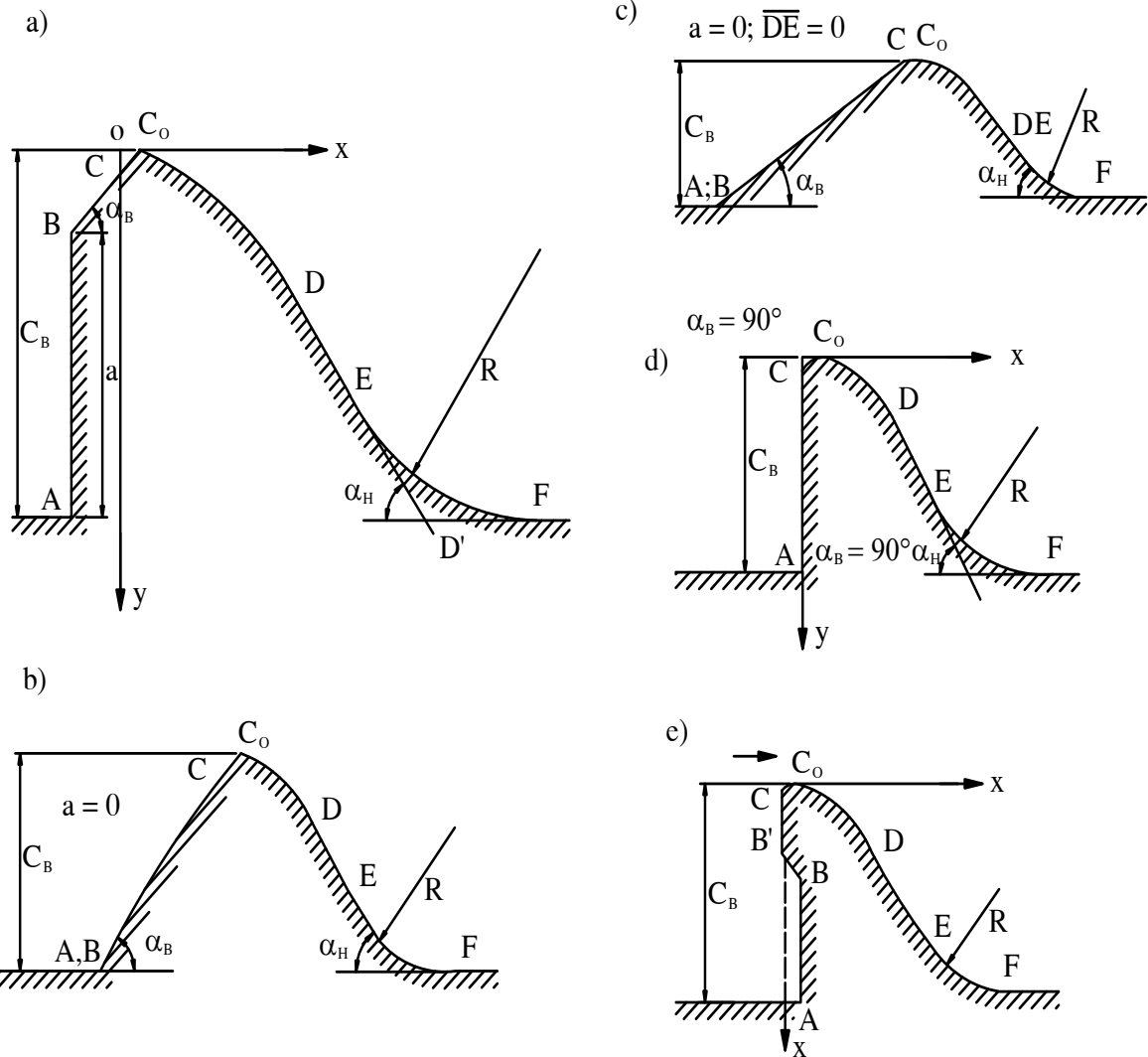
Nếu khi $H_{tr} > H_{TK}$ thì có thể xảy ra hiện tượng chân không trên mặt tràn, tức là xuất hiện áp suất âm. Ngoài ra cần chú ý là ở gần điểm B trên đoạn BC có thể có chân không khi cột nước $H_{tr} \leq H_{TK}$.

Có mấy loại hình dạng mặt cắt như sau:

+ Dạng không có tường thẳng đứng AB tức là $a=0$ hình 1.2b.

+ Không có đoạn thẳng DE hình 1.2c.

- + Mặt thượng lưu thẳng đứng $\alpha_B=90^\circ$ hình 1.2d.
- + Mặt cắt thượng lưu nhô ra hình 1.2e.



Hình 1.2. Các dạng mặt cắt đập tràn phi chân không

Bảng 1.1. Trị số bán kính R thay đổi theo P và H_{tr}

Chiều cao đập tràn P (m)	Cột nước H _{tr}								
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
10	3.0	4.2	4.0	6.5	7.5	8.5	9.6	10.6	11.6
20	4.0	6.0	6.5	8.9	10.0	11.0	12.2	13.3	14.3
30	4.5	7.5	8.9	11.0	12.4	13.5	14.7	15.8	16.8
40	4.7	8.4	11.0	13.0	14.5	15.8	17.0	18.0	19.0
50	4.8	8.8	12.2	14.5	16.5	18.0	19.2	20.3	21.3
60	4.9	8.9	13.0	15.5	18.0	20.0	21.2	22.2	23.2

Bảng 1.2. Tọa độ các điểm trên đường viền của mặt tràn loại phi chân Ôphixêrôp (dạng A)

Tên điểm	x	y	Tên điểm	x	y
1	0.0	0.126	21	2.0	1.235
2	0.1	0.036	22	2.1	1.369
3	0.2	0.007	23	2.2	1.653
4	0.3	0.000	24	2.3	1.653
5	0.4	0.006	25	2.4	1.894
6	0.5	0.027	26	2.5	1.960
7	0.6	0.006	27	2.6	2.112
8	0.7	0.1000	28	2.7	2.289
9	0.8	0.146	29	2.8	2.462
10	0.9	0.198	30	2.9	2.460
11	1.0	0.256	31	3.0	2.824
12	1.1	0.321	32	3.1	3.013
13	1.2	0.394	33	3.2	3.207
14	1.3	0.457	34	3.3	3.405
15	1.4	0.464	35	3.4	3.069
16	1.5	0.661	36	3.5	3.818
17	1.6	0.764	37	3.6	4.031
18	1.7	0.873	38	3.7	4.249
19	1.8	0.987	39	3.8	4.471
20	1.9	1.108	40	3.9	4.689

Ghi chú: Các trị số tọa độ trong bảng ứng với cột nước $H=1.0m$, khi thiết kế phải nhân với cột nước đập tràn H_{TK} để được tọa độ thực của mặt cắt tràn theo đồ án thiết kế.

Loại mặt cắt của đập tràn chân không có mặt thượng lưu là mặt phẳng thẳng đứng, hạ lưu là một mặt nghiêng (hệ số mái thường là 3:2), đỉnh đập hình ê-líp (có khi là hình tròn hoặc hình bầu dục); trục dài hình ê-líp là $2e$ song song với mặt hạ lưu trục ngắn là $2f$ hình 1.3.

Bảng 1.3 ghi tọa độ của các điểm đường cong mặt tràn của 3 loại đập chân không có tỷ số e/f khác nhau.

Bảng 1.3. Tọa độ các điểm của đường cong mặt tràn kiểu chân không đỉnh đập hình ê-líp (khi $r_0 = 1$)

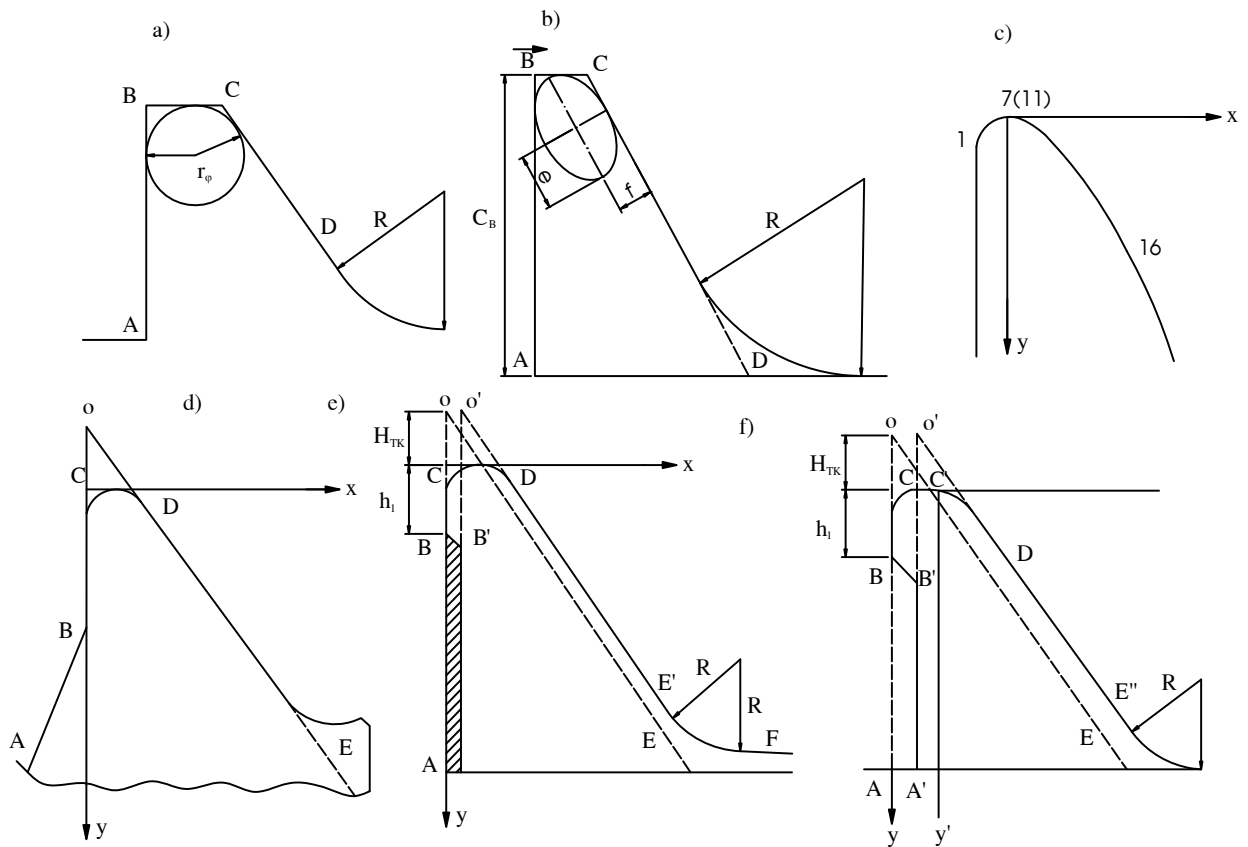
Tên điểm	Tọa độ các điểm					
	$e/f=3.0$		$e/f=2.0$		$e/f = 1.0$	
	x	y	x	y	x	y
1	-0.472	0.629	-0.700	0.806	-1.000	1.000

2	-0.462	0.462	-0.694	0.672	0.960	0.720
3	-0.432	0.327	-0.624	0.371	-0.740	0.327
4	-0.370	0.193	-0.624	0.371	-0.740	0.327
5	-0.253	0.072	-0.553	0.241	-0.530	0.152
6	-0.131	0.018	-0.488	0.162	-0.300	0.046
7	0.000	0.000	-0.402	0.091	0.000	0.000
8	0.194	0.030	-0.312	0.046	0.200	0.020
9	0.381	0.095	-0.215	0.012	0.400	0.083
10	0.541	0.173	-0.117	0.003	0.600	0.200
11	0.707	0.271	0.000	0.000	0.720	0.306
12	0.866	0.381	0.173	0.023	0.832	0.445
13	1.002	0.503	0.334	0.076	1.377	1.282
14	1.168	0.623	0.490	0.147	2.434	2.868
15	1.318	0.760	0.631	0.223	3.670	4.722
16	1.456	0.890	0.799	0.338	5.462	7.410
17	1.584	1.021	0.957	0.461		
18	1.714	1.163	1.107	0.595		
19	1.855	1.320	1.243	0.731		
20	1.979	1.467	1.405	0.913		
21	2.104	1.628	1.551	1.098		
22	2.240	1.792	1.688	1.282		
23	2.346	1.943	2.327	2.246		
24	2.462	2.106	2.956	3.198		
25	2.575	2.272	4.450	5.430		
26	3.193	3.214	5.299	6.704		
27	4.685	5.452				
28	5.561	6.766				

Muốn vẽ mặt cắt tràn dạng chân không trước hết vẽ vòng tròn có bán kính r_ϕ nối tiếp với 3 cạnh AB, BC, CD.

Bảng 1.3 ứng với trường hợp $r_\phi = 1$, khi r_ϕ nhỏ hoặc lớn hơn 1.0 thì các tọa độ x, y trong bảng phải nhân với giá trị thực của r_ϕ .

Điểm gốc tọa độ là điểm cao nhất của đỉnh đập hình 1.3c. Điểm này nằm trên đường BC hình 1.3b; trong bảng 1.3 là điểm 7 (khi $e/f=1.0$ và $e/f=3.0$) hoặc điểm 11 (khi $e/f=2$). Nối tiếp giữa phần cuối đập tràn và hạ lưu cũng giống như mặt cắt đập tràn không chân không.



Hình 1.3. Các dạng mặt cắt tràn
a, b, c - Mặt cắt đập tràn chân không
d, e, f- Mặt cắt kinh tế của đập tràn.

Đối với mặt cắt tràn của mỗi công trình đều cần xác định mặt cắt kinh tế. Cách xác định là sau khi dựa vào điều kiện ổn định, về cường độ và kinh tế ta xác định được mặt cắt kinh tế của đập không tràn ABOE hình 1.3d và dựa vào mặt cắt cơ bản đó xác định được mặt cắt tràn CD (vẽ theo tọa độ trong bảng khi tính ra hoặc bảng 1.3). Mặt tràn CD phải tiếp tuyến với mặt đập không tràn DE tại điểm D. Tọa độ các điểm của mặt tràn rất có thể vượt ra ngoài tam giác cơ bản AOE hình 1.3e. Bởi vì với đập trên nền đá theo yêu cầu về ổn định và cường độ; chiều rộng đáy rất hẹp. Trường hợp đó ta cần dịch tam giác cơ bản về phía hạ lưu một đoạn hình 1.3e sao cho mặt đập DE' của tam giác cơ bản A'D'E' tiếp tuyến với mặt tràn tại D. Như vậy mặt tràn CDE'F thỏa mãn điều kiện thủy lực. Đối với điều kiện ổn định và cường độ thì tam giác A'D'E' là bảo đảm, do đó ta có thể giảm bớt khối ABB'A' hình 1.3c nhưng cần phải đảm bảo $h_1 \geq 0.4H_{TK}$ để khỏi ảnh hưởng đến khả năng xả của tràn. Trường hợp đập tràn có cửa van sửa chữa, trên đỉnh đập cần có đoạn nằm ngang C-C' hình 1.3f để dễ bố trí cửa van. Lúc đó tọa độ các điểm của mặt tràn phải dời đi một đoạn đến cuối đoạn nằm ngang như vậy thì hệ số lưu lượng sẽ giảm.

III. Khả năng tháo của đập tràn dạng Ôphixêrôp

Lưu lượng tháo qua đập tràn mặt cắt thực dụng tính theo công thức:

$$Q = \sigma_n \varepsilon m B \sqrt{2gH_0^{3/2}} \quad (1.3)$$

Trong đó:

$B = \Sigma b$ (m) là tổng chiều rộng tràn nước,

σ_n - Hệ số ngập (trường hợp không ngập $\sigma_n = 1$),

ε - Hệ số co hẹp bên,

m - Hệ số lưu lượng,

H_0 - Cột nước trên đỉnh đập tràn có kể đến lưu tốc tiến gần $\left(\frac{V_0^2}{2g}\right)$.

Nếu trên đỉnh tràn đập có cửa van, khi không mở hết và nước chảy ở dưới cửa van hình 1.4 thì lưu lượng tháo qua đập được tính theo biểu thức:

$$Q = \varepsilon m B a \sqrt{2g(H_0 - \alpha a)} \quad (1.4)$$

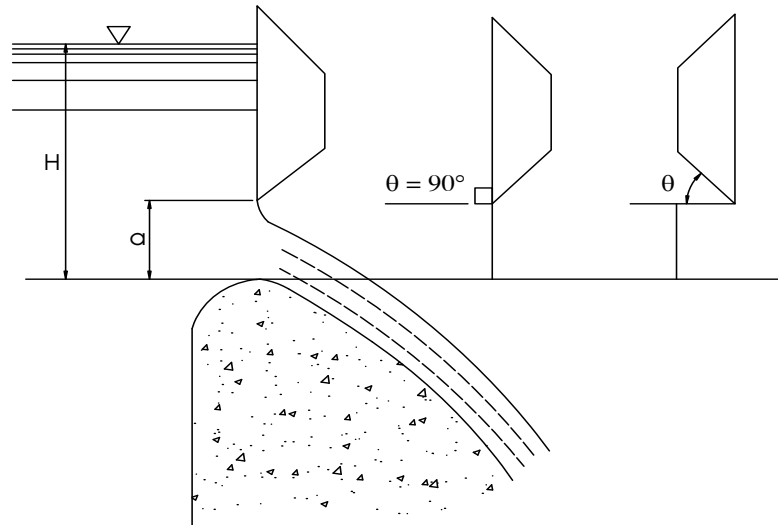
Trong đó:

a - Độ mở của một cửa van,

α - Hệ số co hẹp đứng do ảnh hưởng của độ mở tra theo bảng 1.4.

$$m = 0.65 - 0.186 \frac{a}{H} + (0.25 - 0.357) \frac{a}{H \cos \theta} \quad (1.5)$$

Các ký hiệu xem hình 1.4.



Hình 1.4. Mặt cắt đập có cửa van

Khi mở cửa van hết hoàn toàn, biểu thức tính lưu lượng trở về dạng biểu thức (1.3).

Bảng 1.4. Hệ số co hẹp đứng

a/H_0	0.10	0.20	0.40	0.50	0.60	0.70
α	0.61	0.62	0.633	0.645	0.66	0.69

Muốn tính Q theo biểu thức (1.4) cần xác định được các hệ số σ_n , ε , m . Cách xác định các hệ số đó đối với các trường hợp cụ thể sẽ trình bày ở phần sau.

Cần lưu ý rằng Q theo biểu thức (1.4) chỉ phù hợp với trường hợp cửa van để ở vị trí đỉnh tràn. Trong thực tế thiết kế và xây dựng công trình hiện nay rất ít dùng cửa van phẳng làm cửa van công tác mà thường dùng cửa van cung. Vị trí trên đỉnh tràn

thường đặt cửa van sửa chữa (van phẳng), còn cửa van công tác là van cung đặt sau cửa van sửa chữa từ 1.0÷1.5m, ngưỡng cửa van cung thường thấp hơn đỉnh tràn gần 0.50m. Do đó khi tính lưu lượng xả tháo qua tràn khi cửa van mở với một độ mở a nếu dùng biểu thức (1.4) để tính sẽ cho sai số về lưu lượng. Điều này qua thí nghiệm mô hình xả lũ vận hành của các công trình đập tràn Cửa Đạt, đập tràn thủy điện Sông Tranh 2, đập tràn Kanak đã chứng minh điều đó. Vì vậy, để tính lưu lượng chảy qua cửa van có độ mở a khác nhau trên đỉnh tràn thực dụng với dạng cửa van cung đặt phía sau cửa van sửa chữa và thấp hơn đỉnh tràn 0.50m, chúng tôi đề nghị có thể dùng công thức chảy qua lỗ:

$$Q = \mu \bar{\omega} \sqrt{2gZ} \quad (1.6)$$

Trong đó:

μ - Hệ số lưu lượng chảy dưới cửa van, tra theo bảng 1.5,

$\bar{\omega}$ - Diện tích mặt cắt thoát nước dưới cửa van,

($\bar{\omega} = n \times b \times a$)

Z - Độ chênh lệch cột nước tính từ mực nước thượng lưu đến tim lỗ (a/2).

Qua thí nghiệm mô hình một số công trình vừa qua tại phòng thí nghiệm thủy lực Viện Khoa học Thủy lợi Hà Nội đã đưa ra công thức (1.6) và hệ số μ lấy theo bảng 1.5. Kiểm nghiệm qua mô hình cho thấy sai số về lưu lượng khoảng 3÷5%.

Bảng 1.5. Quan hệ $\mu \sim a/H$

a/H	0.036	0.071	0.14	0.21	0.29	0.36	0.43	0.50	0.57	0.64
μ	0.88	0.85	0.79	0.74	0.71	0.69	0.68	0.675	0.67	0.67

Qua kết quả thí nghiệm cho thấy khi độ mở a nhỏ hoặc tỷ số a/H nhỏ thì hệ số lưu lượng μ chảy dưới cửa van lớn, khi tỷ số a/H lớn tức là độ mở a lớn thì hệ số μ nhỏ, giá trị của μ biến thiên từ 0.67÷0.89.

Cách xác định các hệ số σ_n , ε , m như sau:

1. Hệ số ngập σ_n

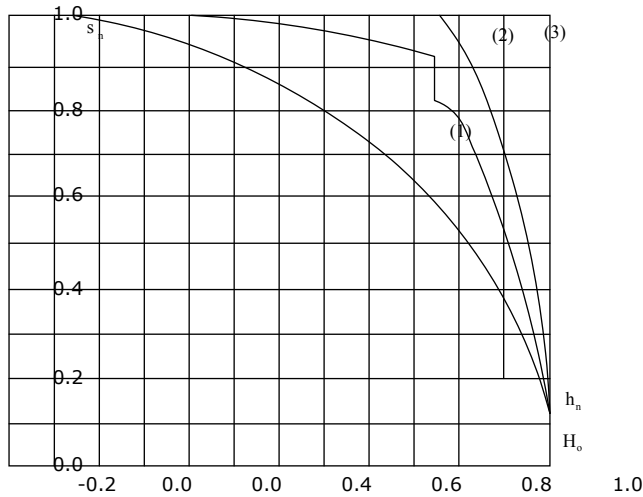
Khi hạ lưu có nước nhảy xa thì đập tràn luôn luôn không ngập $\sigma_n = 1.0$. Nếu hạ lưu có nước nhảy ngập thì nước chảy qua đập tràn có thể không ngập, lúc đó hệ số σ_n phụ thuộc vào tỷ số h_n/H_0 (h_n chiều sâu nước ngập, là khoảng cách từ mực nước hạ lưu đến đỉnh đập tràn, nếu mực nước hạ lưu thấp hơn đỉnh đập thì h_n có trị số âm, mực nước hạ lưu cao hơn đỉnh đập tràn h_n có trị số dương).

Hình 1.5 cho các đường cong xác định σ_n theo kết quả thí nghiệm của Rozanov:

+ Đường cong (1): Đối với mặt cắt tràn chân không; khi $h_n/H_0 \leq -0.15$ thì $\sigma_n = 1.0$

+ Đường cong (2): Đối với mặt cắt tràn chân không dạng Ôphixêrôp khi $h_n/H_0 \leq 0$ thì $\delta_n = 1.0$

+ Đường cong (3): Đối với mặt cắt tràn chân không có đỉnh mở rộng hoặc đập tràn đỉnh rộng.



Hình 1.5. Các đường cong xác định σ_n của đập tràn thực dụng

2. Hệ số co hẹp ε

Trường hợp $H_0/b \leq 1$ thì hệ số ε được xác định theo biểu thức thực nghiệm sau đây:

+ Đối với đập tràn không có trụ pin (chỉ có 1 khoang hoặc là loại đập dâng như đập Bái Thượng):

$$\varepsilon = 1 - 0.2\zeta_y \frac{H_0}{b} \quad (1.7)$$

Trong đó:

ζ_y - Hệ số triết giảm xét đến hình dạng mép vào của trụ biên

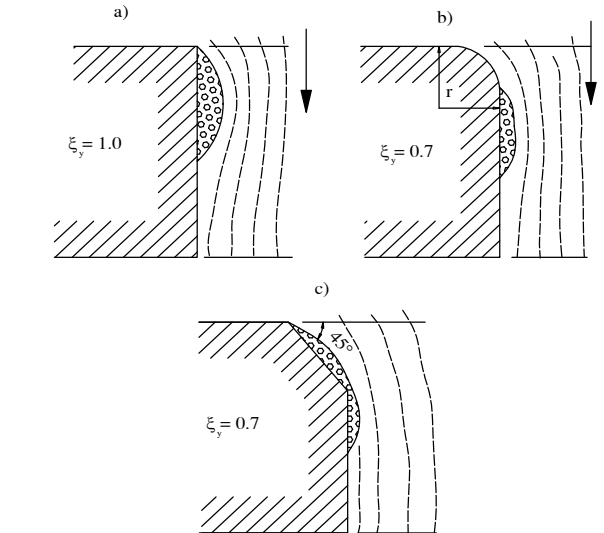
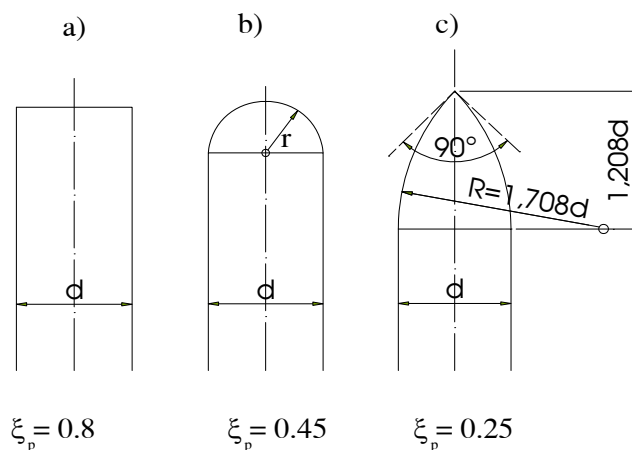
+ Đối với đập tràn có nhiều trụ pin giữa chia thành nhiều khoang giống nhau:

$$\varepsilon = 1 - 0.2 \frac{\zeta_y + (n-1)\zeta_p}{n} \frac{H_0}{b} \quad (1.8)$$

Trong đó:

n - Số khoang cửa,

ζ_p - Hệ số triết giảm xét đến hình dạng của trụ pin (xem hình 1.7).



Hình 1.6. Các dạng mép vào của trụ pin

Hình 1.7. Các dạng trụ pin

Trong hình 1.7 là cho các trị số σ_p đối với các dạng khác nhau của trụ pin.

Trong trường hợp $\frac{H_0}{b} > 1.0$ khi dùng biểu thức (1.7) hay (1.8) thì phải lấy giá trị

$$H_0/b=1.0$$

3. Hệ số lưu lượng m

Theo N.N.Pavolópski, hệ số lưu lượng m của đập tràn tính theo biểu thức:

$$m=m_r\sigma_H\sigma_d \tag{1.9}$$

Trong đó:

m_r : Hệ số lưu lượng dẫn xuất, xác định bằng thí nghiệm,

σ_H : Hệ số hiệu chỉnh cột nước và khi thiết kế mặt cắt đập dùng H_{TK} , khi làm việc thì cột nước H trên đỉnh đập thay đổi,

σ_d : Hệ số hình dạng.

Đối với từng trường hợp ta xác định hệ số m như sau:

+ Với đập tràn không chân không dạng Corighe- Ôphixêrôp biểu thức (1.9) có dạng:

$$m = 0.504\sigma_H\sigma_d \tag{1.10}$$

Trong đó:

σ_H tra bảng 1.6.

σ_d tra bảng 1.7.

Nếu trên đỉnh đập có đoạn nằm ngang rộng khoảng 0.5H thì hệ số m giảm đi 3% so với kết quả thì theo biểu thức (1.10).

Trường hợp đập có mặt thượng lưu nhô ra hình 1.3c thì hệ số m lấy như sau:

Với chiều cao đoạn $CB' > 3H$ thì lấy như đập có mặt cắt như hình 1.3d, tức là phần lõm của đập không ảnh hưởng gì đến lưu lượng; với $CB' < 3H$ thì m lấy nhỏ hơn 2% so với đập có mặt cắt như hình 1.3d.

+ Đối với đập tràn có mặt cắt chân không, đỉnh êlíp thì m lấy theo bảng 1.8 (theo tài liệu của Rozanov).

Bảng 1.6. Tra giá trị σ_H

$\frac{H}{H_{TK}}$	α_H (độ)							
	20	30	40	50	60	70	80	90
0.2	0.893	0.886	0.879	0.872	0.864	0.857	0.850	0.842
0.4	0.932	0.928	0.923	0.919	0.914	0.909	0.905	0.900
0.6	0.960	0.957	0.954	0.952	0.949	0.946	0.943	0.940
0.8	0.982	0.980	0.979	0.978	0.977	0.975	0.974	0.973
1.0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1.2	1.016	1.017	1.018	1.019	1.020	1.022	1.023	1.024
1.4	1.030	1.032	1.035	1.037	1.039	1.041	1.043	1.045

1.6	1.043	1.046	1.050	1.052	1.055	1.058	1.061	1.064
1.8	1.056	1.059	1.063	1.067	1.071	1.074	1.078	1.082
2.0	1.067	1.071	1.076	1.080	1.085	1.089	1.094	1.099

Bảng 1.7. Tra giá trị σ_d

α_B (độ)	α_H (độ)	$\frac{a}{C_B}$		
		0	0.6	1.0
15	15	0.880	0.855	0.933
	30	0.910	0.885	0.974
	45	0.924	0.899	0.993
	60	0.927	0.902	1.000
35	15	0.905	0.897	0.933
	30	0.940	0.932	0.974
	45	0.957	0.949	0.993
	60	0.961	0.954	1.000
55	15	0.923	0.922	0.933
	30	0.962	0.960	0.974
	45	0.981	0.980	0.993
	60	0.985	0.984	1.000
75	15	0.930	0.930	0.933
	30	0.972	0.972	0.974
	45	0.992	0.992	0.993
	60	0.998	0.998	1.000
90	15	0.933		0.933
	30	0.974		0.974
	45	0.993		0.993
	60	1.000		1.000

Chỉ dẫn bảng 1.7. Khi $\alpha_H > 60^\circ$, trị số σ_d được lấy với $\alpha_H = 60^\circ$.

Bảng 1.8. Hệ số lưu lượng m của đập tràn chân không; đỉnh ê líp

$\frac{H_0}{r_\varphi}$	e/f		
	3.0	2.0	1.0
1.0	0.495	0.487	0.486
1.2	0.509	0.500	0.497
1.4	0.520	0.512	0.506
1.6	0.530	0.521	0.513
1.8	0.537	0.531	0.521
2.0	0.544	0.540	0.526

2.2	0.551	0.548	0.533
2.4	0.557	0.554	0.538
2.6	0.562	0.560	0.543
2.8	0.566	0.565	0.549
3.0	0.570	0.569	0.553
3.2	0.575	0.573	0.557
3.4	0.577	0.577	0.560

4. Xác định lưu tốc dòng chảy trên mặt tràn

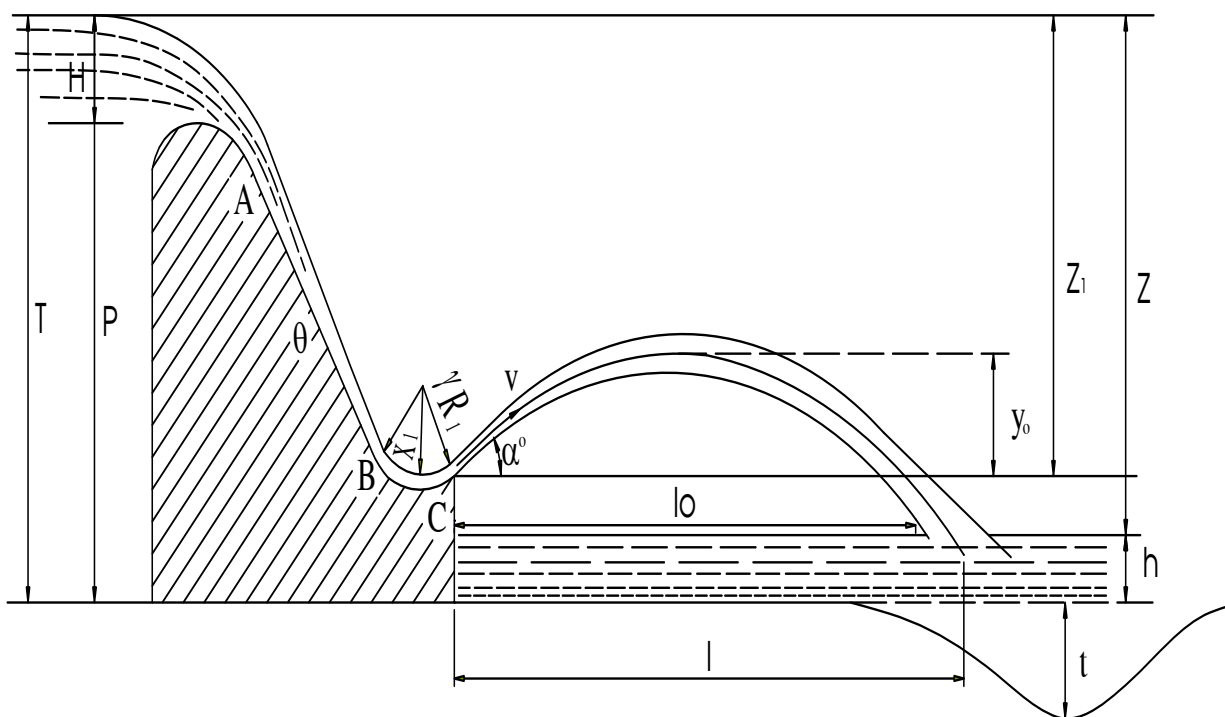
Lưu tốc trên mặt đập tràn được xác định theo biểu thức:

$$v_i = \varphi \sqrt{2gZ_i} \quad (1.11)$$

Trong biểu thức (1.11) thì: φ - Hệ số lưu tốc

Z_i - Độ chênh lệch cột nước kể từ mực nước thượng lưu đến mặt cắt tính toán hình

1.8.



Hình 1.8. Sơ đồ tính toán thủy lực cho đập tràn

Đối với các đập cao, cột nước trên đỉnh tràn lớn thì dòng chảy tại đập tràn sẽ có hiện tượng hàm khí, khi trị số Frut: $Fr = \frac{v^2}{gR} > 45$ (R- Bán kính thủy lực mặt cắt tính toán).

Dưới đây nêu lên phương pháp xác định đường mặt nước và lưu tốc tại một mặt cắt bất kỳ của đập tràn Ôphixêrôp theo quy phạm “Tính toán thủy lực đập tràn trọng lực cao” cuốn BCH- 01 - 65 của Liên Xô (cũ)”.
+ Trường hợp mái đập hạ lưu $m=0.7\div 0.8$ (Ctg $\theta = 0.7\div 0.8$) và dòng chảy trên mặt đập tràn không có hàm khí ($Fr < 45$) ta có phương trình:

$$T_{oi} = y_i + h_i \cos \theta + \frac{v_i^2}{\varphi_i^2 2g} \quad (1.12)$$

Trong đó:

T_{oi} - Khoảng cách từ mực nước thượng lưu đến mặt phẳng so sánh,

y_i - Tọa độ của mặt cắt so với mặt phẳng so sánh,

h_i, v_i - Chiều sâu và lưu tốc dòng chảy tại mặt cắt tính toán,

φ_i - Hệ số lưu tốc.

Hệ số lưu tốc φ_i tại mặt cắt bất kỳ trên mặt đập được xác định theo biểu đồ như hình 1.9. Hệ số φ_i phụ thuộc vào lưu lượng đơn vị q và khoảng cách L theo mặt đập kể từ đỉnh đập đến mặt cắt tính toán.

Để xác định chiều sâu và lưu tốc dòng chảy tại mặt cắt bất kỳ trên mặt đập tràn dùng phương trình (1.12). Trước hết dựa vào sơ đồ mặt cắt đập và vị trí tính toán có thể tìm được T_{oi} và y_i , sau đó dựa vào biểu đồ ở hình 1.9 tra được φ_i ; tính h_i và v_i bằng phương pháp thử dần (giả thiết h_i và tính $v_i = \frac{q}{h_i}$), thay h_i và v_i vào phương trình (1.12) nếu thỏa mãn là đúng, nếu không thì cần giả thiết lại h_i để tính lại.

Hình 1.9 cho ta xác định được hệ số lưu tốc φ_i tại một mặt cắt bất kỳ trên mặt đập, riêng việc xác định hệ số lưu tốc φ_0 tại mặt cắt mũi phun cũng trong trường hợp $Ctg\theta = 0.7 \div 0.8$ và dòng chảy không có hàm khí thì dựa vào biểu đồ ở hình 1.10.

+ Trường hợp $Ctg\theta = 0.7 \div 0.8$ và dòng chảy trên mặt đập có hàm khí ($Fr \geq 45$), xác định đường mặt nước theo phương trình Becnuli (hoặc bằng phương pháp Tsanomxki):

$$y_i + h_i \cos \theta + \frac{v_i^2}{2g} = y_{i+1} + h_{i+1} \cos \theta + \frac{v_{i+1}^2}{2g} + \lambda_i \frac{\Delta L_i}{h_{tb}} \frac{v_{tb}^2}{2g} \quad (1.13)$$

$$q = h_i v_i \quad (1.14)$$

Trong đó:

$h_i, v_i, y_i, h_{i+1}, v_{i+1}, y_{i+1}$ là chiều sâu, lưu tốc dòng chảy và tọa độ so với mặt phẳng so sánh của 2 mặt cắt cách nhau một đoạn là ΔL_i .

λ_i - Hệ số cản trong đoạn ΔL_i

H_{tb}, v_{tb} - Chiều sâu trung bình và lưu tốc trung bình trong đoạn ΔL_i ;

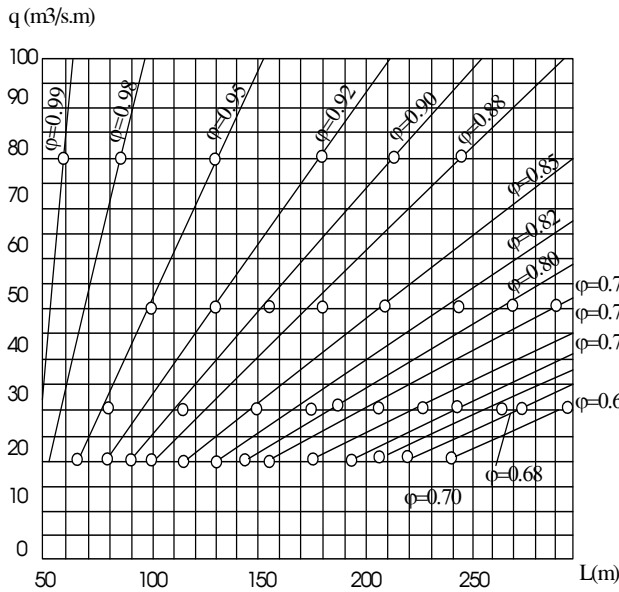
$$v_{tb} = \frac{v_i + v_{i+1}}{2}; \quad h_{tb} = \frac{q}{v_{tb}} \quad (1.15)$$

Trị số λ_i được xác định theo biểu thức:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} = 4.1g \frac{R}{\Delta} + 4.25 \quad (1.16)$$

Trong đó:

R - Bán kính thủy lực; Δ - Độ nhám tương đối



Hình 1.9. Quan hệ giữa hệ số lưu tốc φ_i trên mặt tràn với lưu lượng đơn vị q và khoảng cách L theo mặt đập kể từ đỉnh đập đến mặt cắt tính toán

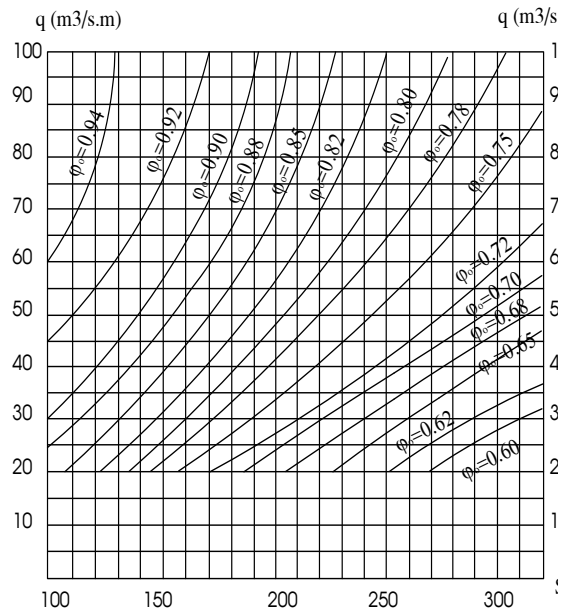
Trên mặt tràn có khả năng xuất hiện chân không, nên mặt đập thường làm bằng bê tông tương đối nhẵn, trị số $\Delta = 1.5\text{mm}$. Khi xác định lưu tốc ở đường cong của mũi phun có bán kính cong R_1 thì phương trình (1.13) phải kể đến ảnh hưởng của lực ly tâm, tức là bắt đầu từ mặt cắt đầu tiên của đoạn cong (mặt cắt đi qua tiếp điểm B ở hình 1.8 đến mặt cắt thấp nhất của đoạn cong - mặt cắt đi qua điểm C ở hình 1.8).

$$y_i + h_i \cos \theta + \frac{v_i^2}{2g} = y_{i+1} + h_{i+1} \cos \theta + \frac{v_i^2}{2g} + \lambda_i \frac{\Delta L_i}{h_{tb}} \frac{v_{tb}^2}{2g} + \frac{2}{2 \frac{R_1}{h_{tb}} - 1} \frac{v_{tb}^2}{2g} \quad (1.17)$$

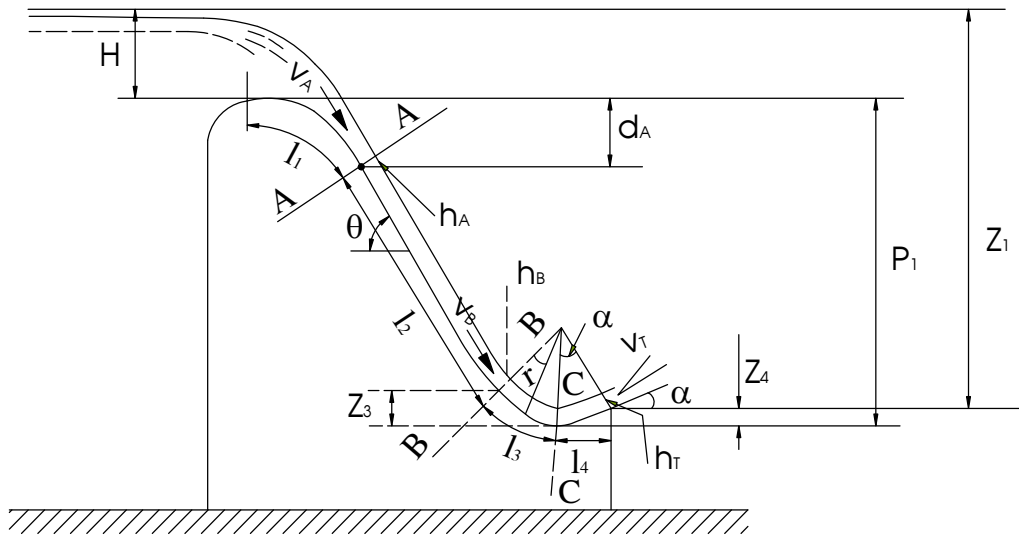
Dưới đây xin nêu một số ví dụ về cách tính đường mặt nước cho các công trình tràn xả lũ loại đập cao.

Ví dụ 1:

Hãy xác định đường mặt nước trên đập tràn có sơ đồ như hình 1.11



Hình 1.10. Quan hệ giữa hệ số lưu tốc φ_0 tại mũi phun với lưu lượng đơn vị q và chiều dài s theo mặt đập kể từ đỉnh đập đến mũi phun



Hình 1.11. Sơ đồ tính đường mặt nước trên đập tràn

Trình tự tính toán là:

+ Xác định cột nước trên đỉnh đập theo biểu thức (1.12).

+ Tính lưu tốc và độ sâu dòng chảy tại mặt cắt A-A, trong đó tổn thất thủy lực của dòng chảy ở đỉnh không đáng kể, có thể bỏ qua:

$$v_A = \frac{q}{h_A} = \sqrt{2g(d_A + H - h_A \cos\theta)} \quad (1.18)$$

+ Đường mặt nước trong đoạn từ mặt cắt A-A đến mặt cắt B-B, vì mặt tràn là mặt phẳng nên có thể dùng phương pháp V.I.Tsanomxki dựa vào phương trình cơ bản chuyển động không đều của nước:

$$\frac{\Delta\partial}{\Delta L} = i_0 - \bar{i}_f \quad (1.19)$$

Hoặc:

$$\Delta L = \frac{\Delta\partial}{i_0 - \bar{i}_f} \quad (1.20)$$

Trong đó:

$\Delta\partial = \partial_{i+1} - \partial_i$ - Là chênh lệch năng lượng giữa hai mặt cắt i và $i+1$ có khoảng cách là ΔL ;

$$\left. \begin{aligned} \partial_{i+1} &= h_{i+1} \cos\theta + \frac{v_{i+1}^2}{2g} \\ \partial_i &= h_i \cos\theta + \frac{v_i^2}{2g} \\ \bar{i}_f &= \frac{\lambda_i}{h_{tb}} \frac{v_{tb}^2}{2g}; \quad i_0 = \sin\theta \\ v_{tb} &= \frac{v_{i+1} + v_i}{2}; \quad h_{tb} = \frac{q}{v_{tb}} \end{aligned} \right\} \quad (1.21)$$

Biết được h_i và v_i ở đầu của đoạn cần tìm (ở đây bắt đầu từ mặt cắt A-A nên $h_i=h_A$, $v_i=v_A$). Giả thiết v_{i+1} tính $h_{i+1} = \frac{q}{v_{i+1}}$, dựa vào phương trình (1.14) xác định được ΔL (là khoảng cách giữa mặt cắt i và $i+1$); cũng như thế ta tiếp tục tính cho đoạn thứ hai và lấy h cuối của đoạn thứ nhất làm h đầu của đoạn thứ hai; cuối cùng xác định được đường mặt nước cho cả đoạn chiều dài L :

$$L = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta \partial_i}{i_0 - i_f} \quad (1.22)$$

Trong đó:

n - Là số đoạn tính toán

Khi xác định đường mực nước trong đoạn từ mặt cắt A-A đến mặt cắt B - B có chiều dài $L=L_2$, ta có trị ban đầu $v_i = v_a$; $h_i=h_A$; Giả thiết v_{i+1} ở cuối đoạn sao cho $v_{i+1} > v_A$ và tìm được khoảng cách ΔL giữa hai mặt cắt. Tiếp tục tính cho đến khi ta tìm được lưu tốc v_B và chiều sâu dòng chảy h_B tại mặt cắt B-B.

+ Xác định lưu tốc tại mặt cắt co hẹp C-C

Ta dùng phương trình Becnuli (1.17) viết cho mặt cắt B-B và mặt cắt C-C.

$$\frac{v_B^2}{2g} + h_B \cos \theta + Z_3 = \frac{v_c^2}{2g} + h_c + \frac{2}{2 \frac{R_1}{h_c} - 1} \frac{v_c^2}{2g} + \frac{\lambda R}{h_{tb}} \frac{v_{tb}^2}{2g} L_3 \quad (1.23)$$

Trong đó: $v_{tb} = \frac{v_B + v_c}{2}$; $h_{tb} = \frac{q}{v_{tb}}$;

R_1 - Bán kính cong tại mũi phun

Giải phương trình (1.23) bằng cách thử dần, trị số của vế trái phương trình ta hoàn toàn có thể xác định được, còn vế phải thì trước hết giả thiết h_c để tính $v_c = \frac{q}{h_c}$, và tìm

các trị số khác nhau, cuối cùng tìm được trị số của vế phải.

So sánh trị số của vế phải và vế trái, nếu bằng nhau là đúng, nếu không bằng nhau thì cần giả thiết lại h_c cho phù hợp.

5. Tính lưu tốc và chiều sâu dòng chảy cuối mũi phun

Cũng dùng phương trình (1.17) viết cho mặt cắt C-C và mặt cắt cuối mũi phun.

$$\frac{v_c^2}{2g} + h_c + \frac{2}{2 \frac{R_1}{h_c} - 1} \frac{v_c^2}{2g} = \frac{v_T^2}{2g} + h_T \cos \alpha + Z_4 \frac{\lambda R}{h_{tb}} \frac{v_{tb}^2}{2g} L_4 \quad (1.24)$$

Trong đó:

$$v_{tb} = \frac{v_c + v_T}{2}; \quad h_{tb} = \frac{q}{v_{tb}}; \quad (1.25)$$

v_c và h_c xác định được từ phương trình 1.23 ở trên.

Giải phương trình (1.24) bằng phương pháp thử dần tìm được h_T và v_T , do đó tính được hệ số lưu tốc φ_T cuối mũi phun theo biểu thức (1.11) tức là:

$$\varphi_T = \frac{v_T}{\sqrt{2g(z_1 - h_T \cos \alpha)}} \quad (1.26)$$

Như vậy đường mặt nước trên đập tràn có sơ đồ như hình 1.11. Như vậy, hoàn toàn xác định được lưu tốc và chiều sâu dòng chảy tại mặt cắt bất kỳ nào trên mặt tràn.

Trường hợp trên mặt tràn có hàm khí thì cách xác định đường mặt nước như sau:

Mức độ hàm khí của dòng chảy tại mặt cắt bất kỳ trên mặt đập tràn có thể xác định gần đúng theo biểu thức:

$$\frac{w_k}{w_n} = 0.075 \sqrt{Fr - Fr_0} \quad (1.27)$$

Trong đó:

w_k, w_n - Là thể tích không khí và thể tích nước trong một đơn vị thể tích của dòng chảy hàm khí.

$Fr = \frac{v^2}{gR}$ - Trị số Frut tại mặt cắt tính toán khi dòng chảy không có hàm khí.

Fr_0 - Trị số Frut giới hạn khi xuất hiện hàm khí; $Fr_0 = 45$

R, v - Bán kính thủy lực và lưu tốc chưa kể đến ảnh hưởng của hàm khí.

Chiều sâu dòng chảy trên mặt đập tràn có kể đến sự tăng tổn thất năng lượng do dòng chảy có hàm khí nhưng không kể đến sự dâng của dòng chảy có chứa thể tích không khí trong đó.

ảnh hưởng của hàm khí đến tổn thất năng lượng trên mặt tràn có thể tính gần đúng theo biểu thức:

$$\frac{\lambda_k}{\lambda} = 1 + 3 \left(\frac{w_k}{w_n} \right)^2 \quad (1.28)$$

Trong đó λ và λ_k - Hệ số cản của dòng chảy không kể đến hàm khí và có kể đến hàm khí.

§1.3. ĐẬP TRÀN MẶT CẮT DẠNG WES

I. Sơ lược lịch sử phát triển

Phần trên đã trình bày đập tràn thực dụng mặt cắt dạng Corighe - Ôphixêrôp. Dưới đây giới thiệu về đập tràn thực dụng mặt cắt dạng WES.

Đối với đập tràn xả lũ có 3 đặc trưng thủy lực mà những người làm công tác thủy lực quan tâm đó là:

- + Khả năng tháo qua đập tràn.
- + Phân bố áp suất trên mặt tràn.
- + Khối lượng xây dựng nhỏ (mặt cắt đập tương đối gầy).

Bởi vì: Khi chọn dạng mặt cắt tràn chưa thích hợp như dạng mặt cắt tràn hình thang để xây dựng đập tràn trọng lực thì khả năng xả của tràn kém, ví dụ, như mặt cắt đập trọng lực Bái Thượng (Thanh Hóa) được người Pháp thiết kế xây dựng năm 1936 trên sông Chu là dạng mặt cắt hình thang, hệ số m chảy qua đập tràn chỉ đạt $m=0.41 \div 0.42$

(không có ảnh hưởng co hẹp của trụ pin). Vì vậy, thường thiết kế mặt cắt tràn dạng đường cong. Dạng mặt cắt tràn được áp dụng phổ biến nhất là mặt cắt hình cong không chân không. Mặt cắt này có hệ số lưu lượng lớn; đồng thời đảm bảo được sự ổn định về mặt thủy lực và kết cấu.

Mặt cắt tràn dạng đường cong không chân không cả về lý thuyết và thực nghiệm đã được nghiên cứu từ lâu; đặc biệt là từ những năm 20 của thế kỷ trước. Nhiều nước đã cùng nghiên cứu vấn đề này; dẫn đầu là hai trung tâm nghiên cứu lớn của thế giới là Mỹ và Liên Xô (cũ).

Mặt cắt đập tràn không chân không được chọn dựa trên hình dạng luồng nước tràn tự do qua đập tràn thành mỏng, đường viền của mặt tràn phải bám sát mặt dưới của luồng nước. Một mặt cắt như vậy sẽ loại trừ được hiện tượng tách dòng khắc phục được sự tồn tại của áp suất âm trên mặt đập và tránh được hiện tượng khí thực xâm hại bê tông mặt đập.

Ngược dòng lịch sử; Bazin là người đầu tiên đã có những nghiên cứu rất chi tiết về đập tràn thành mỏng và đã công bố những kết quả nghiên cứu của ông vào các năm 1886÷1888. Phương trình mặt dưới của luồng nước tràn tự do có dạng tổng quát:

$$\frac{y}{H_d} = A \left(\frac{x}{H_d} \right)^2 + B \left(\frac{x}{H_d} \right) + C + D \quad (1.29)$$

Trong đó:

H_d - Là cột nước thiết kế mặt cắt, có tính đến cả cột nước lưu tốc tiến gần $h_v = \frac{v_0^2}{2g}$.

Theo số liệu của US Bureau of Reclamation (Mỹ) và của Hinds, Corighe, Yustin, Ippen, Blaisdell đã đưa ra phương trình sau cho các hệ số A, B, C, D:

$$A = -0.425 + 0.25 \frac{h_v}{H_d} \quad (1.30)$$

$$B = 0.411 - 1.603 \frac{h_v}{H_d} - \sqrt{1.658 \left(\frac{h_v}{H_d} \right)^2 - 0.892 \frac{h_v}{H_d} + 0.127} \quad (1.31)$$

$$C = 0.150 - 0.45 \frac{h_v}{H_d} \quad (1.32)$$

$$D = 0.57 - 0.02 (10m)^2 \exp(10m) \quad (1.33)$$

Trong đó:

$$m = \frac{h_v}{H_d} - 0.208$$

Như vậy khi $h_v=0$ thì:

$$A = -0.425, B = 0.055, C = 0.150, D = 0.559$$

Các phương trình trên không có giá trị với $\frac{x}{H_d} < 0.50$ và khi $\frac{h_v}{H_d} > 0.20$ thì cần có số liệu kiểm định riêng. Cần chú ý là phương trình trên được thiết lập trong điều kiện dòng chảy tới đập là dòng chảy êm ($Fr < 1$).

Lý thuyết thì như vậy, song trong thực tế do ma sát của mặt đập cũng như ảnh hưởng của trụ pin và các lý do khác nên vẫn không loại trừ được áp suất âm. Vì thế về sau người ta đã nghiên cứu cải tiến mặt cắt tràn ngày càng hoàn thiện hơn và đã lần lượt ra đời các mặt cắt sau:

- + Mặt cắt De Marchi (1928).
- + Mặt cắt Corighe (1929) dựa trên số liệu của Bazin.
- + Mặt cắt Corighe cải tiến (1945) dựa trên số liệu của Bureau of Reclamation (từ các thử nghiệm ở Denver).
- + Mặt cắt Scimemi (1930).
- + Mặt cắt Escande (1937).
- + Mặt cắt Smetana (1948÷1949).
- + Mặt cắt Corighe - Ôphixêrôp (1938).
- + Mặt cắt Lance - Davis (1952) dựa trên số liệu của Bazin, của Scimemi, của US Bureau of Reclamation (từ các thử nghiệm ở Fort - Collins, Mỹ).
- + Mặt cắt WES (1952) của Waterways Experiment Station, Mỹ.

II. Xác định mặt cắt đập tràn dạng WES

1. Đoạn thân tràn phía hạ lưu

Khi thiết kế đường cong mặt tràn trọng lực sử dụng công thức:

$$x^n = k H_d^{n-1} y \quad (1.34)$$

Trong đó:

H_d - Cột nước thiết kế định hình đường cong mặt đập tràn (phía hạ lưu)

Khi chiều cao đập phía thượng lưu $p \geq 1.33H_d$ thì là đập cao. Quy định nên lấy giá trị $H_d = (0.75 \div 0.95)H_{max}$.

Khi chiều cao đập phía thượng lưu $p < 1.33H_d$ thì là đập thấp, giá trị $H_d = (0.65 \div 0.85)H_{max}$

H_{max} - Là cột nước trên tràn ứng với lưu lượng của tần suất lũ kiểm tra,

x, y - Tọa độ các điểm cong trên mặt tràn phía hạ lưu,

n - Chỉ số có liên quan đến độ dốc của mái thượng lưu xem bảng 1.9.

k - Khi $\frac{p}{H_d} > 1.0$, lấy trị số k theo bảng 1.9.

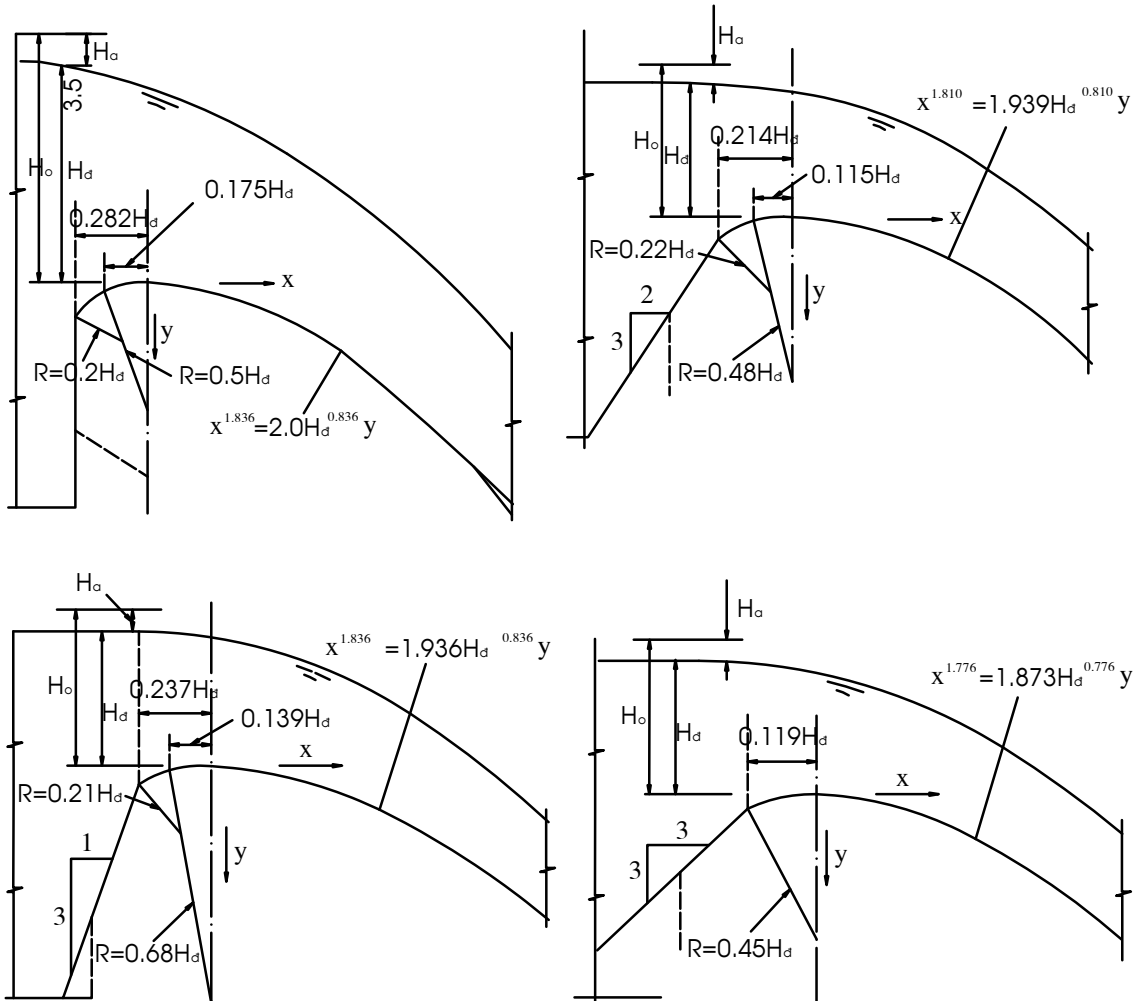
Khi $\frac{p}{H_d} \leq 1.0$, lấy $k = 2.0 \div 2.20$.

Bảng 1.9. Tham số đường cong mặt tràn

Độ dốc mặt thượng lưu ($\Delta y/\Delta x$)	k	n	R_1	a	R_2	b
3:0	2.000	1.850	$0.5H_d$	$0.175H_d$	$0.20H_d$	$0.282H_d$
3:1	1.936	1.836	$0.68H_d$	$0.139H_d$	$0.21H_d$	$0.237H_d$
3:2	1.939	1.810	$0.48H_d$	$0.115H_d$	$0.22H_d$	$0.214H_d$

3:3	1.873	1.776	0.45	0.119		
			H_d	H_d		

Mặt cắt đập dạng WES với độ dốc mặt thượng lưu đập khác nhau thể hiện ở hình 1.12.



Hình 1.12. Sơ đồ mặt cắt WES có độ dốc mặt thượng lưu đập khác nhau

2. Đoạn đầu tràn

Về đường cong đầu tràn đoạn thượng lưu có thể dùng 3 loại đường cong sau đây:

+ Đường cong hai cung tròn như hình 1.13a. Trong hình R_1, R_2, K, n, a, b các tham số này lấy giá trị như bảng 1.9.

+ Đường cong 3 cung tròn mặt thượng lưu thẳng đứng như hình 1.13b.

+ Đường cong ê-líp có phương trình đường cong là:

$$\frac{x^2}{(aH_d)^2} + \frac{(bH_d - y)^2}{(bH_d)^2} = 1.0 \quad (1.35)$$

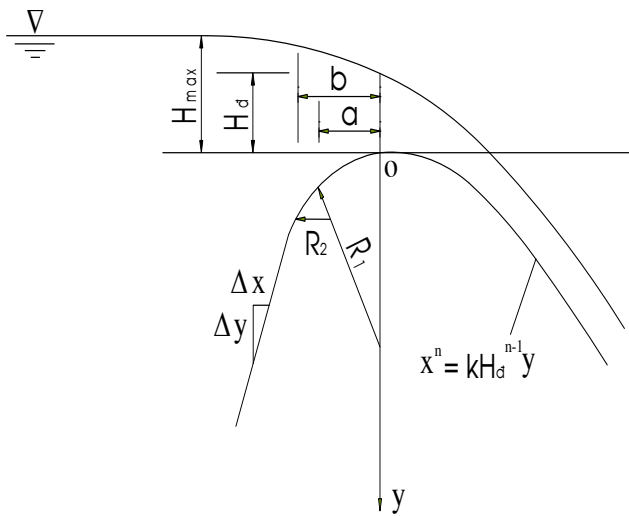
Trong đó:

aH_d, bH_d - Nửa trục dài và nửa trục ngắn của ê-líp,

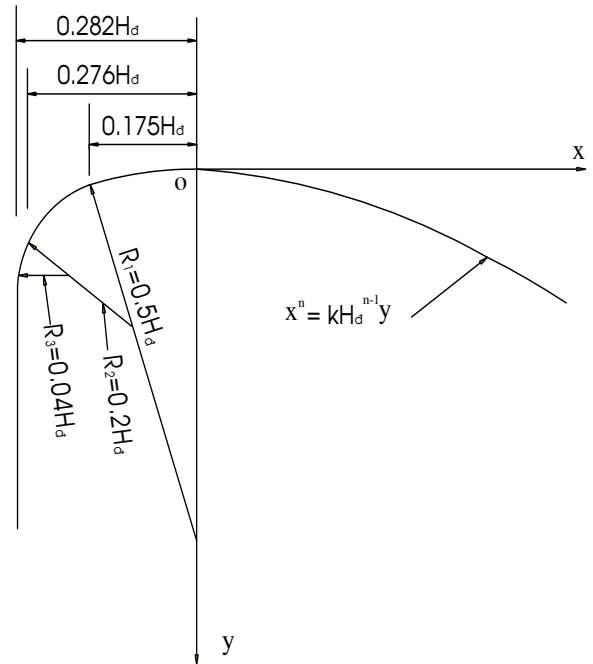
Khi $p/H_d \geq 2$ thì $a = 0.28 \div 0.30, a/b = 0.87 + 3a,$

Khi $p/H_d < 2$ thì $a = 0.215 \div 0.28, b = 0.127 \div 0.163,$

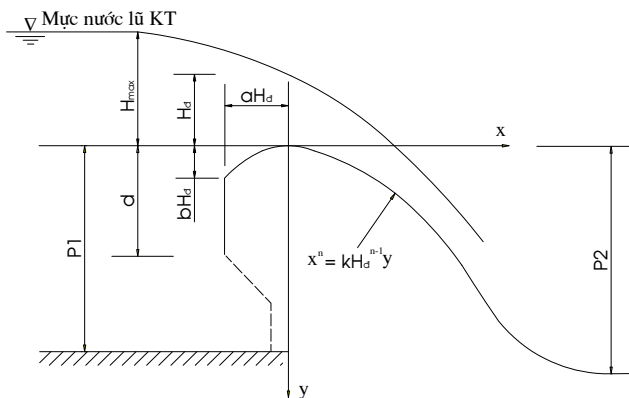
Khi p/H_d nhỏ thì a và b lấy trị số nhỏ.



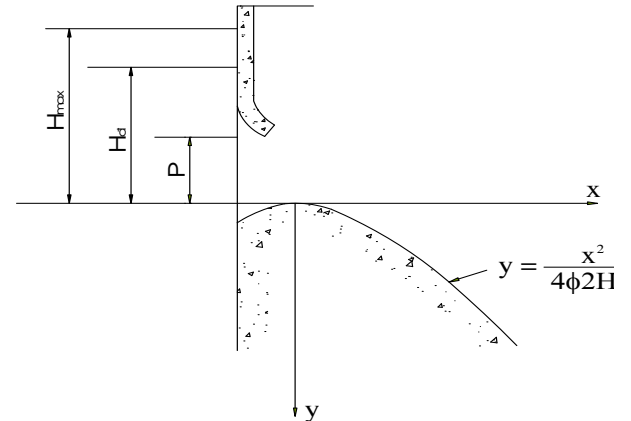
Hình 1.13a. Đầu tràn phía thượng lưu dùng 2 bán kính cong R_1 và R_2 với mái xiên



Hình 1.13b. Mặt thượng lưu thẳng đứng đoạn cong đầu tràn phía thượng lưu dùng 3 bán kính cong R_1 , R_2 và R_3



Hình 1.14. Đầu tràn có đoạn nhô đoạn cong phía thượng lưu dùng đường cong ê - có tường ngực líp



Hình 1.15. Đỉnh tràn thực dụng

Từ những điểm trên ta có thể thấy:

- + Với đập tràn có mái thượng lưu xiên thì đoạn cong phía thượng lưu dùng hai bán kính để thiết kế.
- + Với đập tràn có mái thượng lưu thẳng đứng thì đoạn cong phía thượng lưu dùng 3 bán kính để thiết kế.
- + Với đập tràn có đầu nhô thì đoạn cong đầu tràn phía thượng lưu dùng đường cong ê líp.

III. Khả năng tháo của đập tràn dạng WES

1. Trường hợp cửa van mở hoàn toàn

Hiện nay thường áp dụng theo 2 công thức sau:

+ Công thức của Mỹ:

$$Q = CLH^{3/2} \quad (\text{feet}^3/\text{sec}) \quad (1.36)$$

Trong đó:

L - Chiều rộng tràn nước,

C - Hệ số lưu lượng: $C = 0.327 + 0.40H/p$,

(1.37)

H - Cột nước trên đỉnh đập, không tính cột nước tiến gần h_v ,

P - Chiều cao đập phía thượng lưu.

Theo Rouse, công thức trên đối với C vốn dùng cho tới $H/p = 5$, có thể mở rộng cho đến $H/p = 10$ (gần đúng).

Khi $H/p > 15$ thì đập trở thành ngưỡng thấp và khi đó lưu lượng sẽ được xác định qua mặt cắt phân giới ở ngay trước ngưỡng (độ sâu phân giới $h_c \approx H + p$).

$$C = 5.68 (1 + H/p)^{1.5} \quad (1.38)$$

Sự chuyển tiếp từ đập sang ngưỡng (từ $H/p = 10 \div 15$) không được thể hiện rõ ràng.

Đối với mặt cắt WES trong công thức (1.36) thay cho H là $H_0 = H + h_v$, trong đó H_0 là cột nước làm việc thực tế của đập có tính đến lưu tốc tiến gần. Có thể bỏ qua h_v khi $p > 1.33H_d$ tức là khi đập đủ cao (tương đối).

Khi $p > 1.33H_d$, $H_0 = H_d$ thì: $C = C_d = 4.03$.

Đối với đập thấp ($p/H_d < 1.33$) thì cần phải tính đến ảnh hưởng của h_v và được tính theo biểu thức sau:

$$\frac{C}{C_d} = f\left(\frac{H_0}{H_d}\right)$$

Nói chung:

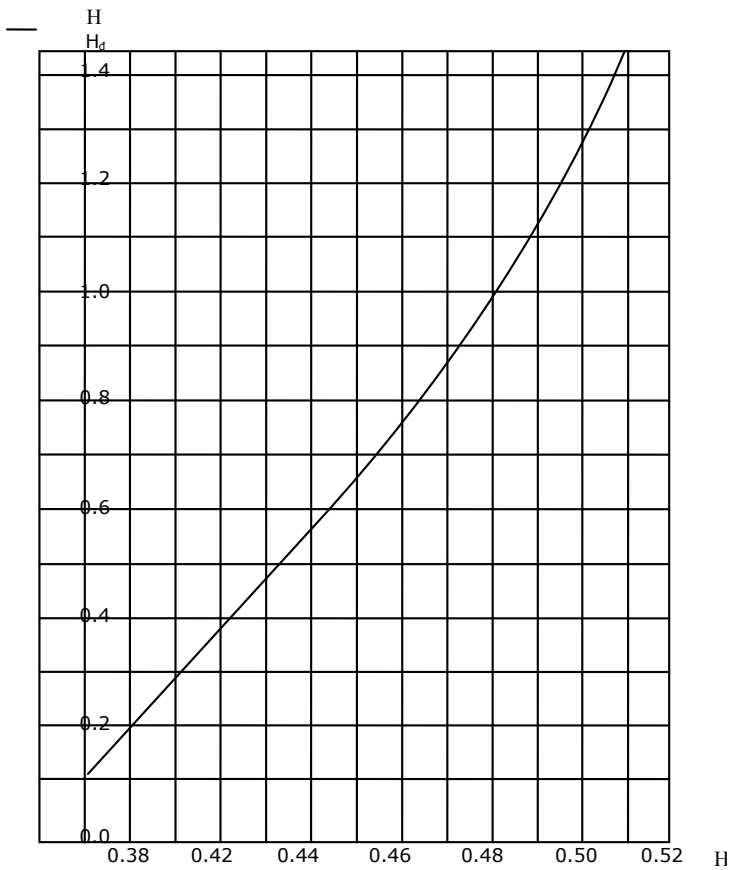
$$C = 3.97 \left(\frac{H_c}{H_d}\right)^{0.12} \quad (1.39)$$

+ Công thức của Trung Quốc:

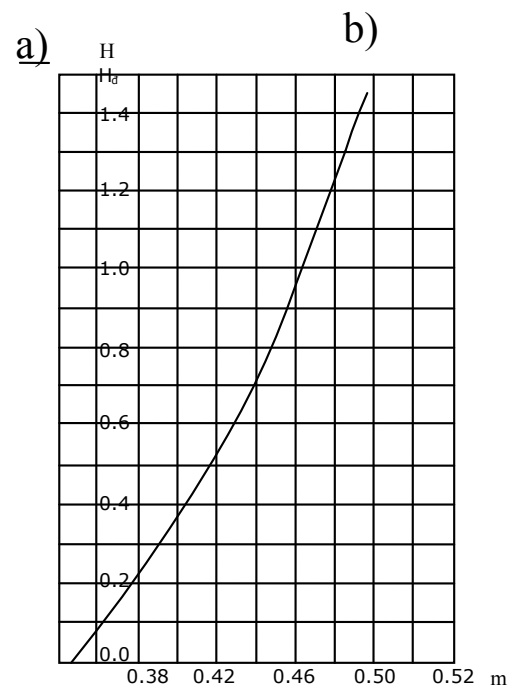
$$Q = C^* m \varepsilon \sigma_n B \sqrt{2g} H_0^{3/2} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (1.40)$$

Đối với đập WES loại cao thì đặc tính thủy lực là hệ số lưu lượng m chỉ có quan hệ với H/H_d mà không còn chịu ảnh hưởng của P/H_d nữa. Từ đó dựa theo kết quả mô hình và chỉnh lý một số công trình thực tế đã xây dựng được biểu đồ như hình 1.16.

Trong công thức tính lưu lượng của Trung Quốc sử dụng đơn vị đo lường quốc tế không dùng đơn vị đo lường của Anh, Mỹ; cần lưu ý để tránh nhầm lẫn khi chuyển đổi đơn vị đo lường. Các ký hiệu trong công thức cũng có ý nghĩa như các tham số trong công thức (1.3). Riêng hệ số C^* là hệ số ảnh hưởng của mái xiên phía thượng lưu, giá trị của C^* được xác định trong bảng 1.10.



a. Kết quả nghiên cứu của Viện Khoa học thủy lợi, Việt Nam



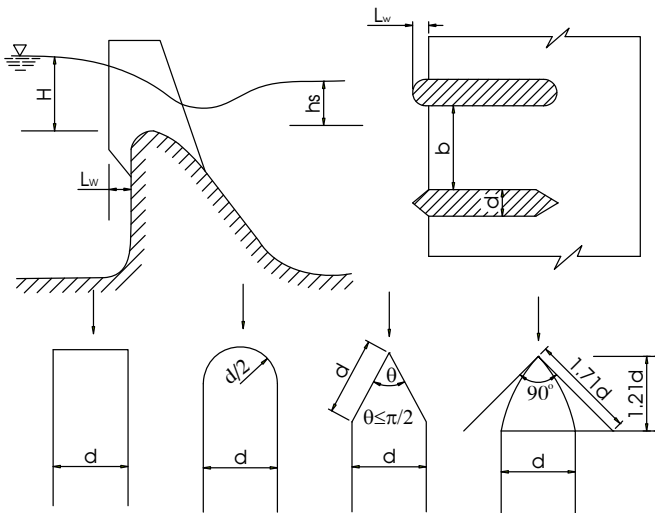
b. Kết quả nghiên cứu của Đại học Vũ Hán, Trung Quốc

Hình 1.16. Quan hệ $m=f(H/H_d)$ khi $P \geq 1.33H_d$

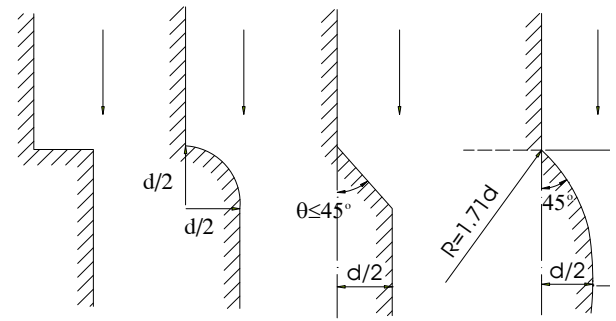
Bảng 1.10. Xác định hệ số C^*

P/H_d Δ_Y/Δ_X	0.30	0.40	0.60	0.80	1.0	1.2	1.3
3:1	1.009	1.007	1.004	1.002	1.000	0.998	0.997
3:2	1.015	1.011	1.005	1.002	0.999	0.996	0.993
3:3	1.021	1.014	1.007	1.002	0.998	0.993	0.998

Các đập bê tông trọng lực cao thường dùng phương pháp tiêu năng theo kiểu dòng phun. Do đó đối với đập tràn mặt cắt WES thường sử dụng góc mũi hắt $\theta = 25 \div 35^\circ$ (theo thống kê chiếm khoảng 71%) còn nhỏ hơn 25° và lớn hơn 35° chỉ chiếm khoảng 29%; bán kính cong ngược của đoạn mũi hắt chọn trong phạm vi: $R=(4 \div 10)h_{mpmax}$. ở đây h_{mpmax} là cột nước tại mũi phun ứng với lưu lượng kiểm tra. Việc chọn bán kính cong ngược ở trị số nào nên dựa vào hai yếu tố:



Hình 1.17. Hình dạng các trụ pin giữa



Hình 1.18. Hình dạng và hệ số hình dạng của các loại trụ pin bên

+ Nền địa chất hạ lưu nứt nẻ nhiều, đá yếu cần ưu tiên cho dòng phun xa càng xa thì chọn bán kính cong to lên: $R=(6\div 8) h_{mpmax}$.

+ Nền địa chất hạ lưu là đá tốt, cần tiết kiệm khối lượng bê tông đắp thân đập phía sau thì chọn:

$$R=4h_{mpmax}$$

Trong công thức tính lưu lượng (1.40) thì:

m - hệ số lưu lượng của mặt cắt WES của dòng chảy phẳng,

ε - Hệ số co hẹp bên của trụ pin:

$$\varepsilon = 1 - 0.2[\zeta_k + (n + 1)\zeta_0] \frac{H_0}{n_b} \quad (1.41)$$

Biểu thức (1.41) thích hợp khi $H_0/b \leq 1.0$; Khi $H_0/b > 1.0$ vẫn lấy giá trị bằng 1.0,

n- Số khoang tràn, b - chiều rộng một khoang tràn, B là tổng chiều rộng tràn $nb=B$ (m).

H_0 - Cột nước tác dụng trên tràn có tính đến cột nước lưu tốc tiến gần:

$$H_0 = H + \frac{V_0^2}{2g},$$

g- Gia tốc trọng trường ($g=9.81 \text{ m/s}^2$),

ζ_0 - Hệ số hình dạng trụ pin giữa có liên quan đến khoảng cách trụ pin kéo dài về phía thượng lưu L_w ,

ζ_k - Hệ số hình dạng của trụ pin bên hình 1.18,

σ_n - Hệ số ngập; đối với trường hợp đập cao tiêu năng theo dạng dòng phun $\sigma_n=1.0$.

Bảng 1.11. Hệ số hình dạng trụ pin giữa ζ_0

ζ_0	L_w	Ghi chú
-----------	-------	---------

Hình dạng đầu trụ	$L_w=H_0$	$L_w=0.5H_0$	Hình dạng đuôi trụ pin giống đầu trụ
Chữ nhật	0.02	0.04	
Đầu tròn hoặc vát	0.15	0.30	
Hình tròn nhọn	0.15	0.15	

2. Trường hợp đỉnh tràn có tường ngược hình 1.15

Đây là trường hợp chảy theo dạng qua lỗ:

$$Q = \mu A \sqrt{2gH_0} \quad (1.42)$$

Trong đó:

Q - Lưu lượng xả (m^3/s),

A - Diện tích miệng lỗ thoát nước, $A = B \times D$ (m^2),

B - Chiều rộng thực của tất cả các cửa xả (m),

D - Chiều cao lỗ (m),

H_0 - Tổng cột nước trên tràn có tính đến cột nước của lưu tốc tiến gần (m),

μ - Hệ số lưu lượng chảy tự do qua lỗ.

Khi $p/H_d > 0.60$, $H/D = 2 \div 3$ thì $\mu = 0.70 \div 0.80$.

Khi $p/H_d > 0.60$, $H/D = 1.5 \div 2.0$ thì $\mu = 0.60 \div 0.70$,

H_d - là cột nước thiết kế định hình của tràn,

H - Cột nước tác dụng trên tràn.

3. Trường hợp đỉnh tràn lắp cửa van phẳng, có tường ngược

$$Q = \mu A \sqrt{2g(H_0 - D)} \quad (1.43)$$

Trong đó:

Các ký hiệu trong công thức (1.43) như trên, chỉ giá trị H_0 là cột nước tính từ đáy bản cửa van đến mực nước thượng lưu, có tính đến lưu tốc tiến gần.

μ - Hệ số lưu lượng biến đổi từ $\mu = 0.70 \div 0.90$.

4. Trường hợp sau đỉnh tràn lắp cửa van cung

$$Q = \mu A \sqrt{2gZ_0} \quad (1.44)$$

Trong đó: Các ký hiệu khác giống như trên, chỉ có Z_0 là cột nước tính từ tâm độ mở a đến mực nước thượng lưu $Z_0 = (H - 1/2a)$

Trường hợp này hệ số μ biến đổi từ $0.67 \div 0.88$.

Thông thường trong quá trình vận hành khai thác, về mùa lũ khi mực nước hồ đạt đến mực nước dâng bình thường tùy theo lũ đến lớn hay nhỏ vận hành các cửa với với độ mở a nào đó để đáp ứng được yêu cầu xả lũ. Phương thức vận hành có thể là:

+ Mở tất cả các cửa van với độ mở a.

+ Hoặc mở hoàn toàn một số cửa.

Hai phương thức này đều có thể được áp dụng cả tùy theo sự chỉ huy của người quản lý và khi lập quy trình vận hành của cơ quan thiết kế. Nhưng nếu mở đều các cửa van với độ mở a thì tình hình dòng phun xa xuống hạ lưu có chiều dài thường ngắn hơn so với mở cửa hoàn toàn một số cửa; nhưng tình hình thủy lực ở hạ lưu tương đối đều đặn; ít hình thành các khu nước vật chảy ngược. Trường hợp mở hoàn toàn một số cửa thì áp suất trên mặt tràn phân bố không đều đặn, thường xuất hiện áp suất âm phía

sau đỉnh tràn lớn hơn trường hợp trên. Dòng phun xa tập trung vào phía hạ lưu các mũi phóng và thường sinh ra mũi sóng giao thoa cho vùng mũi phóng của các cửa không mở liền kề.

Tóm lại qua một quá trình nghiên cứu thí nghiệm các công trình đập cao đã được thiết kế xây dựng ở nước ta có thể rút ra một số kết luận:

+ Mặt cắt tràn dạng Ôphixêrôp trước đây đã được các nhà thủy lực học của Liên Xô (cũ) nghiên cứu, nêu ra nhiều kết quả quan trọng đóng góp cho việc phát triển thủy lợi, thủy điện của đất nước Xô Viết và các nước xã hội chủ nghĩa trong nhiều thập kỷ qua của thế kỷ trước (từ thập kỷ 30 đến thập kỷ 70).

+ Nhưng thành tựu khoa học là có tính kế thừa, cho nên từ khi mặt cắt tràn dạng WES của Mỹ nghiên cứu ứng dụng, có ưu điểm hơn nên nhiều nước đã tiếp thu kết quả đó. Trung Quốc là một nước có nguồn tài nguyên nước phong phú đã chuyển hướng áp dụng mặt cắt tràn dạng WES từ năm 1975. Sau khi tiếp thu ứng dụng, bằng lý luận, kinh nghiệm của mình thông qua công trình thực tế và nghiên cứu thí nghiệm mô hình đã làm phong phú thêm loại đập tràn mặt cắt dạng WES.

Chúng tôi cho rằng những người làm công tác nghiên cứu thủy lực của nước ta, không chỉ tiếp thu, kế thừa kết quả nghiên cứu đã có mà cần phải vận dụng sáng tạo và cải tiến tràn dạng mặt cắt WES để cho phong phú hơn.

Để nghiên cứu đầy đủ về mặt cắt tràn dạng WES, chúng tôi xin nêu phương pháp xác định một số thông số thủy lực cơ bản, như: áp suất, lưu tốc, đường mặt nước ... trên mặt tràn WES dưới đây.

§1.4. XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ THỦY LỰC CƠ BẢN MẶT TRÀN DẠNG WES

I. Phân bố áp suất trên mặt tràn dạng WES

Khi thiết kế tràn xả lũ để chọn mặt cắt tràn hợp lý, ngoài khả năng tháo thì áp suất trên mặt đập cũng phải đảm bảo không sinh áp suất âm.

Do đó, để xác định áp suất trên mặt tràn chúng tôi giới thiệu một số kết quả nghiên cứu về vấn đề này.

Theo tài liệu của Mỹ đã nghiên cứu thí nghiệm, phân bố áp suất trên mặt đập tràn dạng WES đối với các trường hợp:

- + Trên mặt tràn không có trụ pin (hình 1.19a).
- + ở giữa khoang tràn hai bên có trụ pin (hình 1.20a)
- + ở mép khoang tràn dọc theo trụ pin (hình 1.21a)

Từ các hình vẽ trên cho thấy tài liệu của Mỹ mới nghiên cứu phân bố áp suất trên mặt đập tràn cho 3 tỷ số $H/H_d = 0.5; 1.0; 1.33$.

Qua quá trình nghiên cứu các công trình của Trung Quốc, như:

- + Đập tràn thủy điện Thạch Tuyên.
- + Đập tràn thủy điện Trần Hồ Nam.
- + Đập tràn thủy điện Yên Đồng Hiệp.
- + Đập tràn thủy điện A Đê Đa.
- + Đập tràn thủy điện Tây Tân.

- + Đập tràn thủy điện Phong Mãn.
- + Đập tràn thủy điện Quách Châu.
- + Đập tràn thủy điện Thiên Sinh Kiều.
- + Đập tràn thủy điện Tân Hoa.
- + Đập tràn thủy điện Tiểu Lang Đế.
- + Đập tràn thủy điện Tam Hiệp.
- + Đập tràn thủy điện Câu Pi Than.
- + Đập tràn thủy điện Đan Giang Khẩu .v.v.

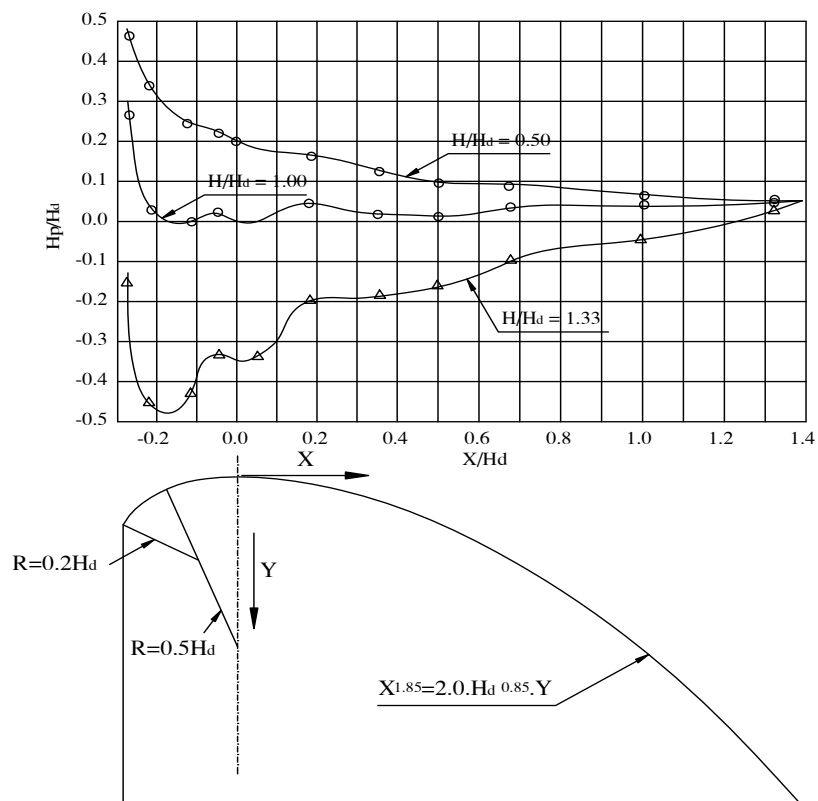
Đã nghiên cứu phân bố áp suất trên mặt tràn WES cũng cho 3 trường hợp:

- + Trên mặt tràn không có trụ pin (hình 1.19b).
- + Trên mặt tràn ở giữa khoang hai bên có trụ pin (hình 1.20b).
- + Ở mép khoang tràn dọc theo trụ pin (hình 1.21b).

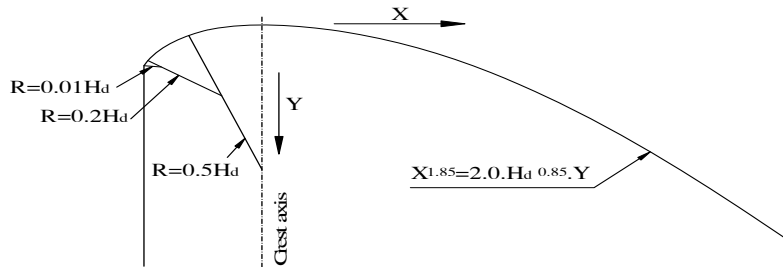
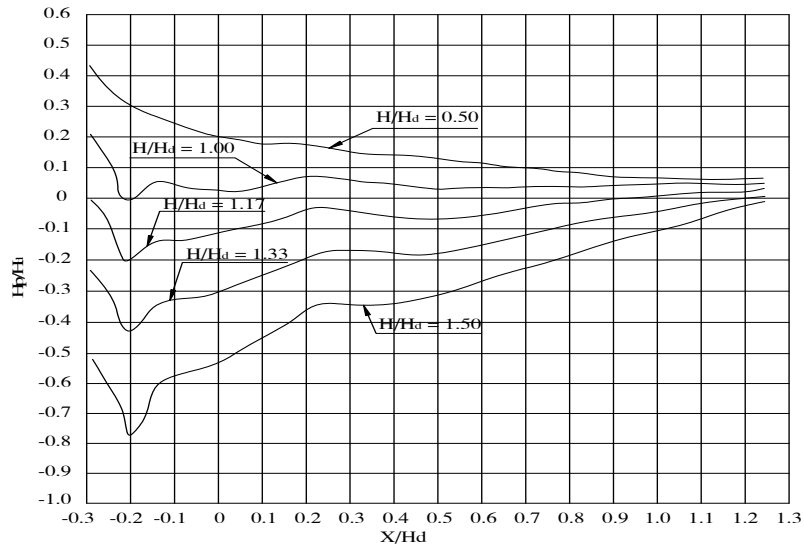
Nhưng với 5 tỷ số: $H/H_d = 0.50; 1.0; 1.17; 1.33; 1.50$.

Như vậy đã làm phong phú thêm về kết quả nghiên cứu đối với mặt cắt dạng WES.

Trên các đồ thị đã dùng tỷ lệ H/H_d quan hệ với x/H_d là các giá trị không thứ nguyên.

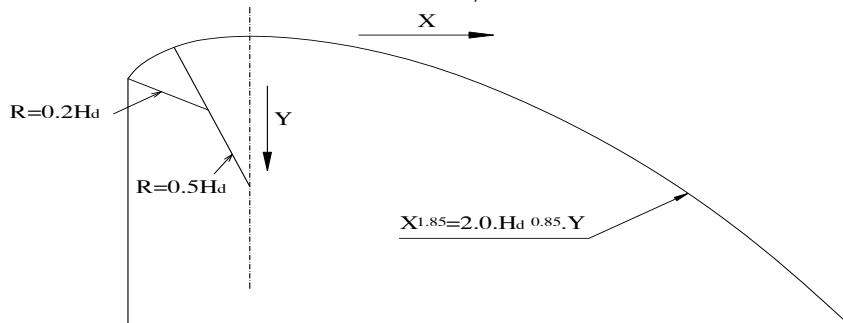
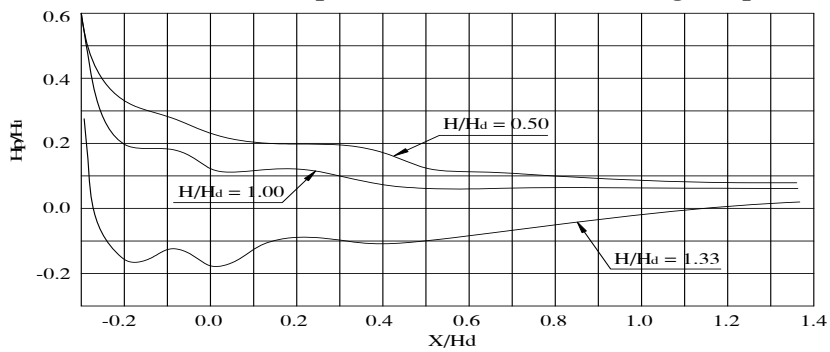


a. Tài liệu của Mỹ

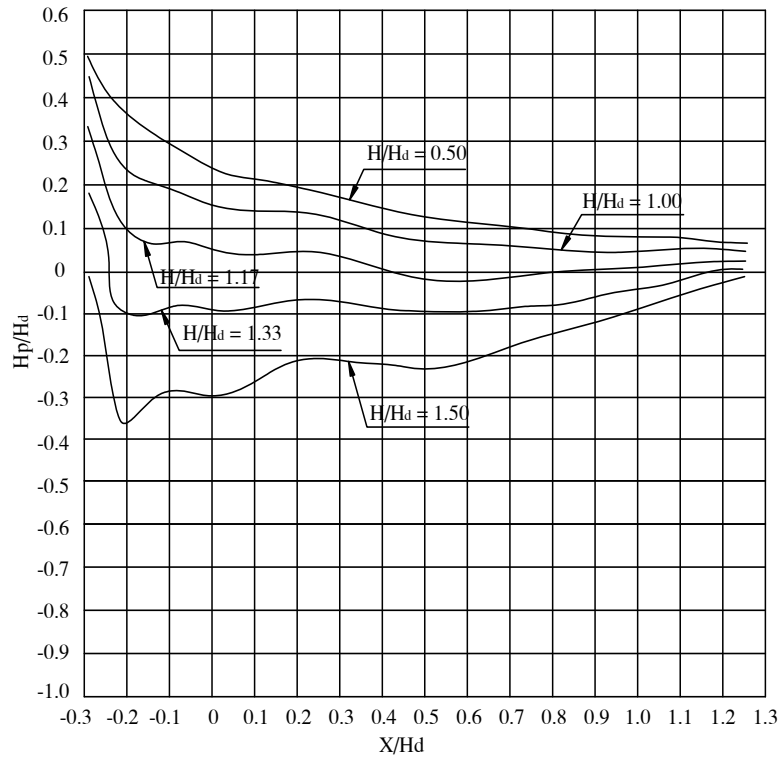


b. Tài liệu của Trung Quốc

Hình 1.19. Phân bố áp suất trên mặt tràn không trụ pin

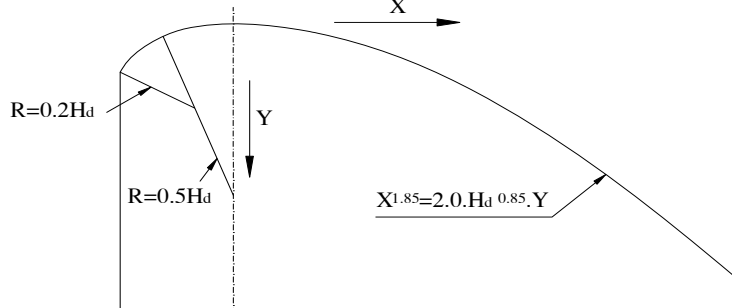
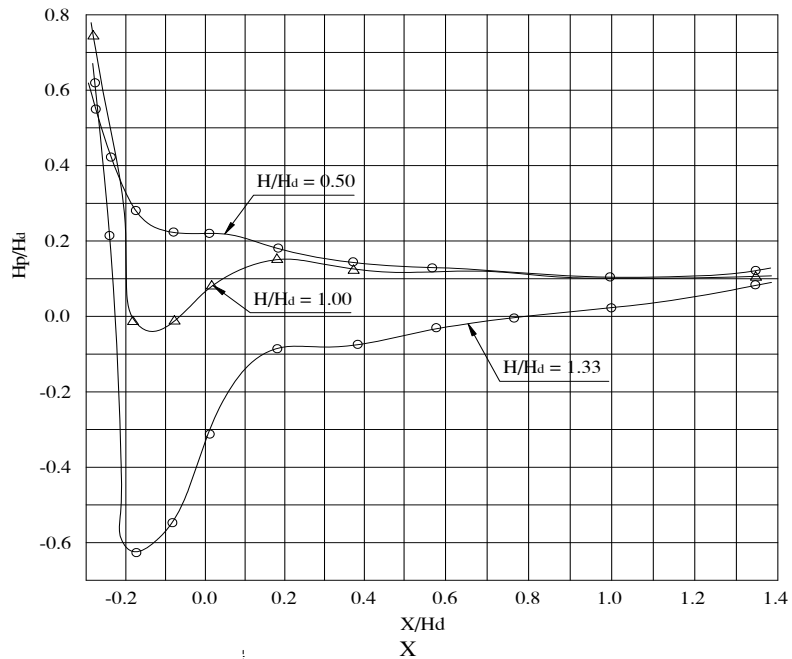


a. Tài liệu của Mỹ

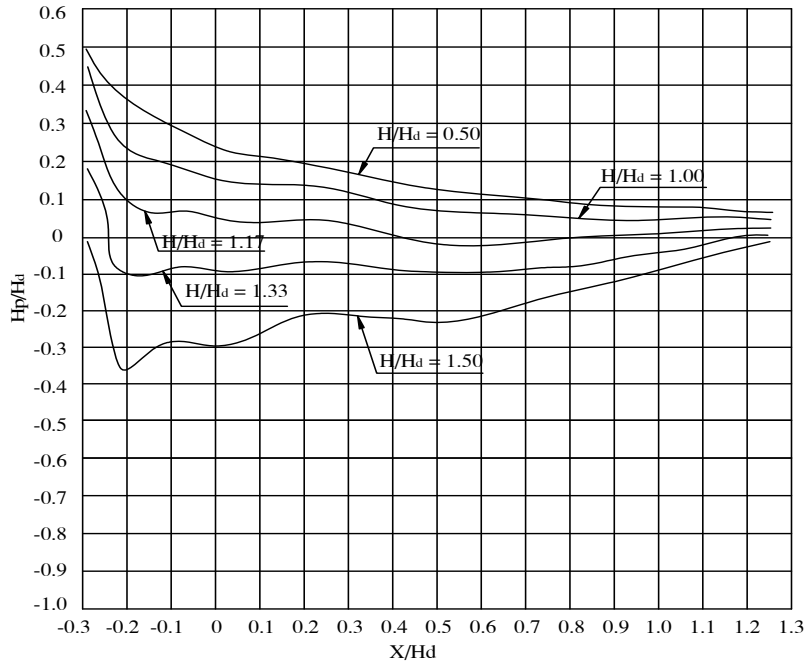


b. Tài liệu của Trung Quốc

Hình 1.20. Phân bố áp suất giữa khoang tràn hai bên có trụ pin



a. Tài liệu của Mỹ



b. Tài liệu của Trung Quốc
Hình 1.21. Phân bố áp suất dọc theo trụ pin

II. Xác định đường mặt nước trên mặt tràn WES

Việc xác định chiều cao trụ pin, đỉnh tường bên, cao trình tim ở trục của cửa van cung cần phải biết đường mặt nước, có cao độ đường mặt nước cộng thêm độ cao an toàn thì xác định được đỉnh tường bên. Độ cao an toàn lấy từ 0.50m÷1.50m.

Tùy theo vận tốc dòng chảy trên mặt tràn lớn hay nhỏ mà đường mặt nước có hoặc không có trộn khí.

Dưới đây nêu cách xác định đường mặt nước cho hai trường hợp:

1. Trường hợp đường mặt nước không có trộn khí

a. Đối với mặt cắt đập tràn dạng WES thuộc loại đập cao thì đường mặt nước cần xác định ở các tuyến là:

+ Không có trụ pin giữa thì giá trị tọa độ x và y của các điểm trên mặt tràn tra trong bảng 1.12.

+ Hai bên có trụ pin vẽ đường mặt nước ở giữa khoang tràn thì tọa độ x và y tra trong bảng 1.13.

Khi vẽ điểm gốc tọa độ ở đỉnh mặt đập tràn, trục x hướng về phía hạ lưu là dương, trục y hướng xuống dưới là dương.

Trong công trình thực tế do ảnh hưởng của trụ pin và kênh dẫn thượng lưu nên đường mặt nước theo kết quả thí nghiệm mô hình được thể hiện trên hình 1.22 và hình 1.23.

Bảng 1.12: Tọa độ đường mặt nước không có trụ pin

H/H _d	0.50	1	1.33
x/H _d	y/H _d		
-0.1	-	-	-

Bảng 1.13: Tọa độ đường mặt nước giữa khoang hai bên có trụ pin

H/H _d	0.50	1	1.33
x/H _d	y/H _d		
-0.1	-	-	-

	0.490	0.933	1.210		0.482	0.941	1.230
-0.8	-	-	-	-0.8	-	-	-
	0.484	0.915	1.185		0.480	0.932	1.215
-0.6	-	-	-	-0.6	-	-	-
	0.475	0.893	1.151		0.472	0.913	1.194
-0.4	-	-	-	-0.4	-	-	-
	0.640	0.865	1.110		0.457	0.890	1.165
-0.2	-	-	-	-0.2	-	-	-
	0.425	0.821	1.060		0.431	0.855	1.122
0	-	-	-	0.0	-	-	-
	0.371	0.755	1.000		0.384	0.805	1.071
0.2	-	-	-	0.2	-	-	-
	0.300	0.681	0.919		0.313	0.735	1.015
0.4	-	-	-	0.4	-	-	-
	0.200	0.586	0.821		0.220	0.647	0.944
0.6	-	-	-	0.6	-	-	-
	0.075	0.465	0.705		0.088	0.539	0.847
0.8	0.0	-	-	0.8	0.07	-	-
	75	0.320	0.569		5	0.389	0.725
1	0.2	-	-	1	0.25	-	-
	58	0.145	0.411		7	0.202	0.564
1.2	0.4	0.0	-	1.2	0.46	0.01	-
	70	55	0.411		2	5	0.356
1.4	0.7	0.2	-	1.4	0.70	0.26	-
	05	94	0.220		5	6	0.102
1.6	0.9	0.5	-	1.6	0.97	0.52	-
	72	63	0.243		7	1	0.172
1.8	1.2	0.8	-	1.8	1.27	0.86	-
	69	57	0.531		8	0	0.465

Nếu tỷ số $\frac{H}{H_d}$ nằm trong khoảng 0.50÷1.33 thì tọa độ x và y của đường mặt nước có thể xác định như sau:

Với một giá trị $\frac{x}{H_d}$ đã cho vẽ đường cong của $\frac{y}{H_d} \approx \frac{H}{H_d}$ rồi theo giá trị $\frac{x}{H_d}$ đã biết để từ đường cong tìm ra trị số $\frac{y}{H_d}$, từ đó tìm ra x và y.

b. Phương pháp tính đường mặt nước không có trộn khí (bao gồm cả đoạn thẳng) xem hình 1.24.

+ Trước tiên hãy tính tọa độ của tiếp điểm x_i và y_i :

$$\left. \begin{aligned} x_i &= 1.09a^{-1.177} H_d \\ y_i &= 0.592a^{-2.177} H_d \end{aligned} \right\} \quad (1.45)$$

+ Tìm chiều dài đoạn đường cong L_c ; với mặt tràn dạng WES có thể từ hình 1.25 dựa theo tỷ số $\frac{x}{H_d}$ tra và tính ra. Giá trị của x là bắt đầu từ đỉnh tràn tính về phía hạ lưu. Khi tỷ số $\frac{x}{H_d} = \frac{x_i}{H_d}$ tra được L_{ct} là tổng chiều dài của đoạn cong, còn đoạn cong L_{c1} phía thượng lưu đỉnh đập có giá trị là:

$$L_{c1} = 0.315 H_d \quad (1.46)$$

+ Tính chiều dài đoạn thẳng L_{ct} , khoảng cách của một điểm bất kỳ (x_i', y_i') ở trên đoạn thẳng đến tiếp điểm là:

$$L_{cti'} = \frac{y_i - y_i'}{\sin \alpha} \quad (1.47)$$

+ Khoảng cách từ điểm bắt đầu đường cong của đỉnh đập đến điểm có tọa độ (x_i', y_i') của mặt đập là:

$$L = L_{c2} + L_{cti'} \quad (1.48)$$

+ Theo công thức dưới đây tính chiều dày lớp biên δ (m)

$$\text{Công thức Bauer:} \quad \frac{\delta}{L} = 0.024 \left(\frac{L}{k} \right)^{-0.13} \quad (1.49)$$

$$\text{Công thức của Hàn Lâm Lập:} \quad \frac{\delta}{L} = 0.02 \left(\frac{L}{k} \right)^{-0.10} \quad (1.50)$$

+ Tính lưu lượng đơn vị

$$q = m \sqrt{2g} H^{3/2} \quad (\text{m}^3/\text{s.m}) \quad (1.51)$$

Theo công thức dưới đây dùng phương pháp tính thử dần tìm chiều sâu dòng thế h_p :

$$H + y_i' = h_p \cos \alpha + \frac{q^2}{2gh_p^2} \quad (1.52)$$

+ Độ sâu dòng chảy vuông góc với mặt đập tràn là:

$$h = h_p' + 0.18\delta \quad (1.53)$$

Trong các công thức trên:

a - Góc kẹp giữa đoạn thẳng của mặt đập và đường nằm ngang.

k - Độ nhám thô của mặt tràn, với bê tông $k = 0.427 \div 0.610$ mm

H - Cột nước trên đỉnh đập tràn.

+ Với phương pháp trên tìm được độ sâu dòng chảy của các điểm trên mặt tràn rồi vẽ ra đường mặt nước cho trường hợp không có trộn khí.

2. Xác định đường mặt nước khi có trộn khí tự nhiên

Dòng chảy có trộn khí thì chiều cao tường bên cần tăng lên; cách tính đường mặt nước theo các bước sau:

+ Tìm vị trí L_k của điểm bắt đầu phát sinh trộn khí tự nhiên (còn gọi là điểm giới hạn) theo công thức kinh nghiệm:

$$L_k = 12.2q^{0.716} \quad (1.54)$$

Hay $L_k = 14.7q^{0.53}$
(1.55)

Trong đó:

q - Đơn vị lưu lượng ($m^3/s.m$).

+ Tính chiều dày lớp biên

Như trên đã nêu, vẽ đường mặt nước cho trường hợp không trộn khí nghĩa là vẽ đường cong $h \sim L$; rồi sau đó vẽ đường cong phát triển theo mặt tràn của mặt nước có độ dày lớp biên tức là đường cong $\delta \sim L$.

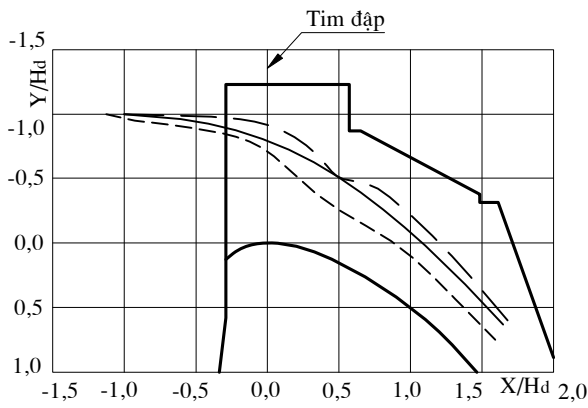
Giao điểm của đường cong $h \sim L$ và đường cong $\delta \sim L$ tức là vị trí của điểm giới hạn chiều dài L_{ka} có $h = \delta$.

+ Độ sâu dòng chảy có trộn khí tính theo công thức sau:

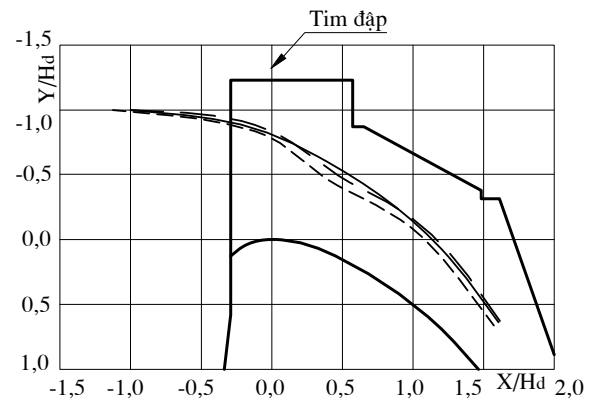
$$h_{ka} = \left(1 + \frac{sv}{100}\right)h \quad (1.56)$$

Bảng 1.14. Toạ độ đường mặt nước dọc mép trụ pin

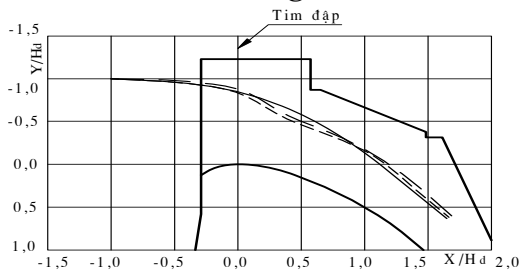
H/H_d	0.50	1	1.33
x/H_d	y/H_d		
-0.1	-0.495	-0.950	-1.235
-0.8	-0.492	-0.940	-1.221
-0.6	-0.490	-0.929	-1.209
-0.4	-0.482	-0.030	-1.218
-0.2	-0.440	-0.925	-1.244
0	-0.383	-0.779	-1.103
0.2	-0.265	-0.651	-0.953
0.4	-0.185	-0.545	-0.821
0.6	-0.076	-0.425	-0.689
0.8	0.060	-0.285	-0.549
1	0.240	-0.121	-0.389
1.2	0.445	0.067	-0.215
1.4	0.675	0.286	-0.011
1.6	0.925	0.521	0.208
1.8	1.177	0.779	0.438



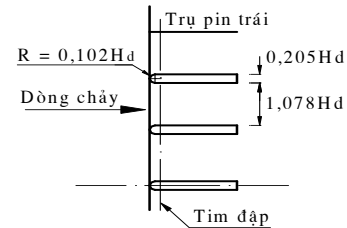
Khoang 1



Khoang 2



Khoang 3

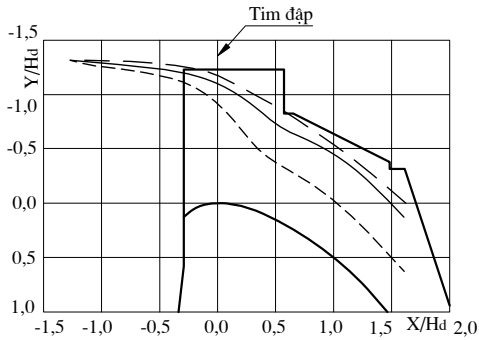


Khoang 4

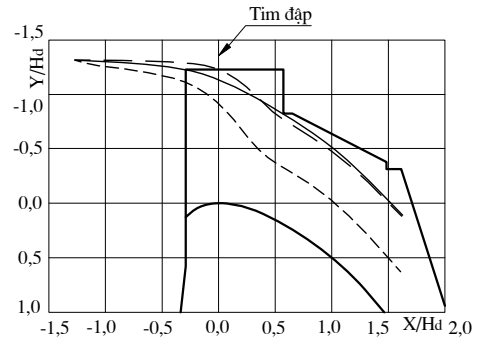
Đường mặt nước thí nghiệm mô hình

- Bên trái
- Giữa khoang
- - - - Bên phải

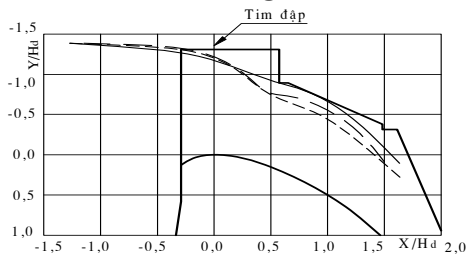
Hình 1.22. Đường mặt nước trên đập tràn ($H/H_d=1.0$) chịu ảnh hưởng của kênh dẫn thượng lưu và trụ pin bên



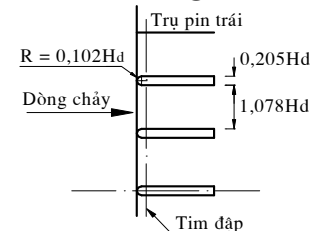
Khoang 1



Khoang 2



Khoang 3

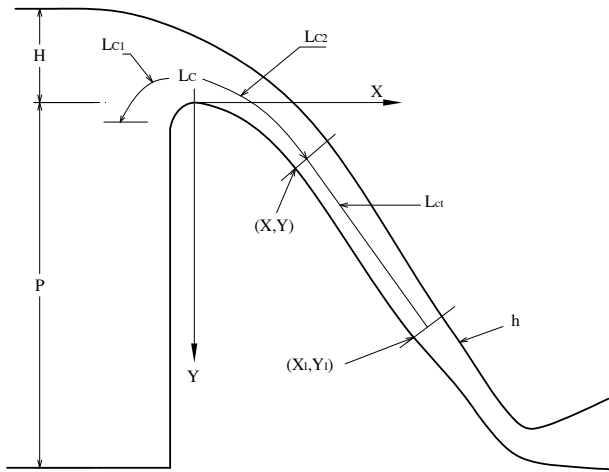


Khoang 4

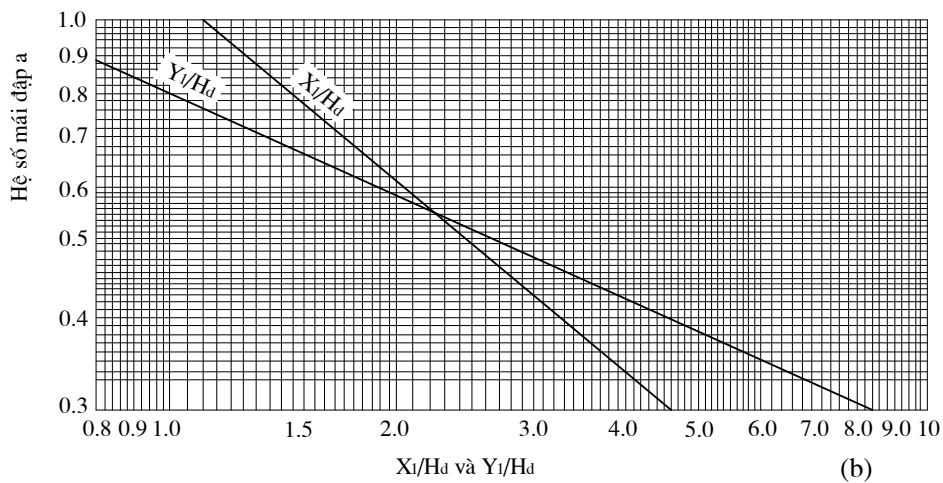
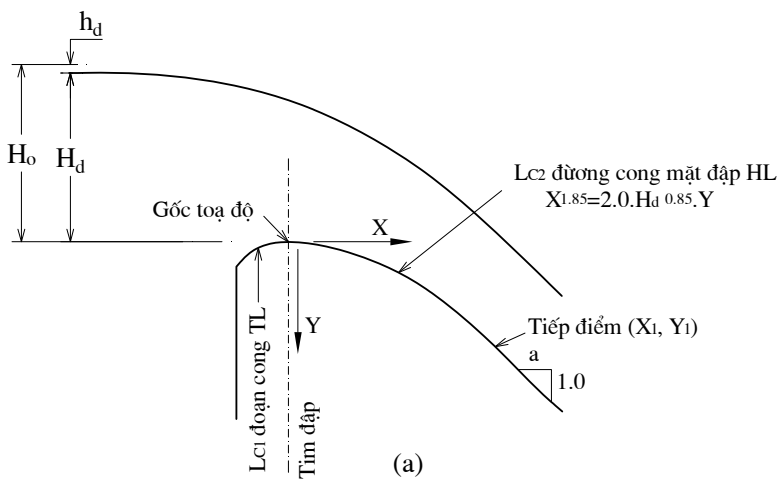
Đường mặt nước thí nghiệm mô hình

- Bên trái
- Giữa khoang
- - - - Bên phải

Hình 1.23. Đường mặt nước trên đập tràn ($H/H_d=1.35$) chịu ảnh hưởng của kênh dẫn thượng lưu và trụ pin bên



Hình 1.24. Sơ họa đường mặt nước trên tràn không có trộn khí



Hình 1.25. Đồ giải xác định tọa độ tiếp điểm (X_i, Y_i)

III. Xác định vận tốc trên mặt tràn WES

Sau khi đã vẽ được đường mặt nước trên mặt tràn, muốn xác định gần đúng lưu tốc trên mặt tràn ta dùng công thức:

$$v_i = \frac{q}{h_i} \quad (1.57)$$

Trong công thức 1.56, 1.57:

h_{Ka} - Chiều sâu dòng chảy có trộn khí

h - Chiều sâu dòng chảy không tính sóng chưa có trộn khí

v - Lưu tốc bình quân mặt cắt tại điểm tính toán

ζ - Hệ số hiệu chỉnh thường lấy từ 1.0 ÷ 1.4.

Tùy theo lưu tốc và sự co hẹp của mặt cắt để xác định được V_{mp} từ quan hệ:

$$v_{mp} = \frac{q_{mp}}{h_{mp}} \text{ hoặc } h_{mp} = \frac{q_{mp}}{v_{mp}} \quad (1.58)$$

Biết được h_{mpmax} để tính bán kính cong ngược đoạn cuối tràn nối với mũi hắt:

$$R_{ngược} = (4 \div 8)h_{mpmax} \quad (1.59)$$

Để tính được v_{mp} và h_{mp} cần xác định chênh lệch cột nước từ thượng lưu (lòng hồ) tới vị trí mũi phun:

$$\Delta Z_{mp} = Z_{hồ} - Z_{mp} \quad (1.60)$$

Sau đó xác định v_{mp} theo công thức chung:

$$v = \varphi \sqrt{2g\Delta Z} \quad (1.61)$$

Đem thay $v_{mp} = v$ và $\Delta Z = \Delta_{mp}$ ta có biểu thức:

$$v_{mp} = \varphi_{mp} \sqrt{2g\Delta Z_{mp}} \quad (1.62)$$

Để xác định hệ số lưu tốc φ có thể áp dụng một trong các công thức của các tác giả đã nghiên cứu:

$$+ \text{Trần Xuân Đình: } \varphi = \left(\frac{H}{q^{2/3}} \right)^{-0.2} \quad (1.63)$$

$$+ \text{Từ Canh Hằng: } \varphi = 1 - \frac{0.0077}{\left(\frac{q^{2/3}}{s} \right)^{1.15}} \quad (1.64)$$

$$+ \text{Vương Thụy Bình: } \varphi = 1.16 \left(\frac{q^{2/3}}{h_0 + Z} \right)^{0.2} \quad (1.65)$$

$$+ \text{Đại học Thanh Hoa: } \varphi = \left(\frac{q^{2/3}}{h_{mp}} \right)^{0.2} \quad (1.66)$$

Trong các công thức trên:

S- Độ cao đập từ 23.5 ÷ 132.8m

Các ký hiệu khác như các công thức các phần trên

§1.5. VÍ DỤ

Chúng tôi nêu ví dụ tính toán, xác định mặt cắt tràn dạng Ôphixêrôp và WES để bạn đọc tham khảo.

I. Các thông số kỹ thuật chính của công trình

- + Mức nước lũ kiểm tra: $\nabla 178.51\text{m}$
- + Mức nước lũ thiết kế: $\nabla 175.76\text{m}$
- + Mức nước dâng bình thường: $\nabla 175.00\text{m}$
- + Cao trình đỉnh tràn: $\nabla 161.00\text{m}$
- + Cao trình đáy thượng lưu: $\nabla 84.00\text{m}$
- + Cao trình đỉnh mũi phun: $\nabla 133.30\text{m}$
- + Bán kính cong ngược $R=18.0\text{m}$; $\alpha = 76^\circ$

II. Xác định mặt cắt theo dạng WES

Trước hết tính cột nước H_{\max} :

$$H_{\max} = 178.51\text{m} - 161.00\text{m} = 17.51\text{m}$$

+ Tính chiều cao ngưỡng tràn:

$$P = 161.0\text{ m} - 84.0\text{m} = 77.0\text{m}$$

+ Tính cột nước H_{tk} : $H_{\text{tk}} = 175.76\text{m} - 161.0\text{m} = 14.76\text{m}$

+ Xác định tỷ số $P_1/H_{\text{tk}} = 77.0/14.76 = 5.216$

Như vậy sơ bộ cho thấy: $P_1/H_{\text{tk}} > 1.33$ thuộc dạng đập cao ($5.216 > 1.33$)

Cho nên cột nước định hình thiết kế mặt tràn H_d :

$$H_d = (0.75 \div 0.95) H_{\max} \quad (1.67)$$

Trong đó:

H_d - Là cột nước định hình,

H_{\max} - Cột nước ứng với lưu lượng kiểm tra.

Giả sử chọn $H_d = 0.85H_{\max}$ và $H_d = 0.90H_{\max}$ thì:

$$H_d = 0.85H_{\max} = 0.85 \cdot 17.51 = 14.88\text{m}$$

$$H_d = 0.90H_{\max} = 0.90 \cdot 17.51 = 15.75\text{m}$$

Như vậy để xác định đường cong mặt tràn dạng WES phía hạ lưu nên chọn $H_d = 15.0\text{m}$

Đường cong mặt tràn phía hạ lưu được thiết kế theo phương trình:

$$x^n = kH_d^{n-1}y \quad (1.68)$$

Trong đó: x và y là hoành độ và tung độ của mặt tràn phía hạ lưu, điểm gốc tọa độ là ngưỡng tràn.

n là chỉ số với mái đập thượng lưu thẳng đứng theo quy phạm của Trung Quốc lấy $n = 1.85$; k là hệ số, khi giá trị $P_1/H_d > 1.0$ chọn $k=2.0$ để tính ra

Như vậy biểu thức (1.68) viết được :

$$x^{1.85} = 2.0 \times 15.0^{0.85} \times y \quad (1.69)$$

Từ biểu thức (1.69) tính giá trị của x và y để vẽ đường cong mặt tràn phía hạ lưu.

Bảng 1.15. Tọa độ mặt cong tràn phía hạ lưu

Điểm thứ	x (m)	$x^{1.85}$	y (m)	Điểm thứ	x (m)	$x^{1.85}$	y (m)
1	1.0	1.00	0.050	18	16.5	178.791	8.946
2	1.5	2.117	0.106	19	17.5	199.352	9.975
3	2.0	3.605	0.180	20	19.0	232.110	11.614
4	2.5	5.447	0.237	21	20.0	255.215	12.770
5	3.5	10.151	0.508	22	21.0	279.322	13.977
6	4.5	16.160	0.809	23	22.0	304.43	15.23
7	5.5	23.425	1.172	24	23.0	330.519	16.538
8	6.5	31.907	1.597	25	24.0	357.594	17.893
9	7.5	41.578	2.081	26	25.0	385.656	19.297
10	8.5	52.411	2.623	27	26.0	414.668	20.749
11	9.5	64.386	3.222	28	27.0	444.65	22.249
12	10.5	77.482	3.877	29	28.0	475.60	23.798
13	11.5	91.683	4.588	30	29.0	507.500	25.394
14	12.5	106.975	5.353	31	30.0	540.349	27.038
15	13.5	123.344	6.172	32	31.0	474.142	28.730
16	14.5	140.776	7.044	33	32.0	608.874	30.466
17	15.5	159.263	7.969	34	33.0	644.541	32.251

Bước tiếp theo là cần xác định tọa độ của tiếp điểm $(x_i; y_i)$ mà mái dốc hạ lưu đập được chọn $m=0.70$ ta có:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{m} = \frac{10}{7} = \frac{1}{0.7} \quad (1.70)$$

Để tìm điểm $C(x_i, y_i)$ theo phương trình 1.69:

$$x^{1.85} = 2H_d^{0.85} y = 19.985y$$

$$\text{Ta có: } y = 0.05004 x^{1.85}$$

$$\text{Lấy đạo hàm } \frac{dy}{dx} = (0.05004 x^{1.85})' = 0.05004 \times 1.85 x^{0.85}$$

$$\text{Suy ra được: } 0.09257 x^{0.85} = \frac{1}{0.7}$$

$$\text{Tính ra: } x_i = \left(\frac{1}{0.7 \times 0.09257} \right)^{\frac{1}{0.85}} = \left(\frac{1}{0.064799} \right)^{\frac{1}{0.85}} = 25.014m \quad (1.71)$$

Đem thay x_i vào biểu thức để tính giá trị y_i :

$$y_i = 0.05004 x^{1.85}$$

$$\text{Tính ra: } y_i = 0.05004 \times 25.014^{1.85} = 19.312m$$

Như vậy là mặt đập tràn phía hạ lưu chỉ cần vẽ đến điểm thứ 26 có tọa độ (x_i, y_i) (25.0; 19.297) là sát cận tiếp điểm C.

+ Kéo dài đoạn CD với mái $m=0.70$ nối tiếp với đoạn cong OC. Điểm D có tọa độ là: $(x=29.00; y=25.394)$ như vậy điểm D có cao trình $\nabla 135.606$ cách tim mặt cắt tràn là 29.0m (nên chọn cao trình điểm $D \geq$ cao trình mũi hắt).

+ Với góc ở tâm là 76° và bán kính $R = 18.0\text{m}$ vẽ cung tròn xác định điểm E. Từ E kẻ đường nằm ngang và dùng thước đo độ vẽ đường thẳng tạo với đường nằm ngang góc 25° cắt đường nằm ngang có cao trình $\nabla 133.30\text{m}$ tại giao điểm ấy là F; F chính là vị trí mũi hắt của đập tràn. Như vậy ta đã vẽ được mặt tràn phía hạ lưu.

Điểm E có tọa độ là : $x= 31.65\text{m}; y= 131.0\text{m}$

Bây giờ vẽ đường cong đầu tràn phía thượng lưu:

Với đập tràn có đầu nhô thì đoạn cong phía thượng lưu vẽ theo đường ê líp:

$$\frac{x^2}{(aH_d)^2} + \frac{(bH_d - y)^2}{(bH_d)^2} = 1.0 \quad (1.72)$$

Trong biểu thức (1.72): aH_d và bH_d là nửa trục dài và nửa trục ngắn của đường cong elíp .

Theo quy phạm thiết kế đập tràn của Trung Quốc khi $P_1/H_d \geq 2$ thì:

$$a=0.28 \div 0.30; a/b=0.87+3a \quad (1.73)$$

Chọn $a=0.28$ ta có:

$$aH_d = 0.28 * 15.0 = 4.20\text{m} \quad (1.74)$$

$$\text{Từ } a/b=0.87+3a = 0.87+0.84=1.71 \quad (1.75)$$

Suy ra

$$b: 0.28/1.71=0.1637 \quad (1.76)$$

Và $bH_d = 0.1637 \times 15.0\text{m} = 2.456\text{m}$

Với giá trị $aH_d=4.20\text{m}$ và $bH_d=2.456\text{m}$ ta vẽ được phần đầu tràn phía thượng lưu.

+ Với đập tràn có đầu nhô theo quy phạm của Trung Quốc thì chiều cao đầu nhô d phải thỏa mãn:

$$d > H_{\max}/2 = 17.51/2 = 8.755\text{m}$$

Lấy chiều cao $d=9.50\text{m}$ ta xác định được vị trí điểm vát của đầu nhô (điểm B), rồi từ B vẽ vát xuống mặt đập thượng lưu với mái vát: 1:1 ta có điểm A_2 , vẽ đường thẳng đứng từ A_2 xuống đến cao trình $\nabla 120.0$ ta được đoạn mặt đập thẳng đứng phía thượng lưu (A_1). Tiếp theo từ điểm A_1 có cao trình $\nabla 120.0$ với mặt xiên 1:0.20 vẽ xuống cao trình $\nabla 84.0$ ta được phần mặt đập phía thượng lưu hoàn chỉnh.

+ Tiếp theo hoàn chỉnh phần mặt đập phía hạ lưu. Từ F vẽ với góc vát 25° để xác định chiều dày con-sơn của mũi hắt và hạ thấp đến cao trình $\nabla 131.0\text{m}$ (điểm H). Từ điểm H vẽ xiên xuống cao trình $\nabla 122.7\text{m}$ gặp đường thẳng hạ từ điểm E xuống tạo được đoạn thẳng của mặt đập phía hạ lưu; đoạn thẳng này kéo đến cao trình $\nabla 101.85\text{m}$ thì dừng và từ đó với mái 0.65 vẽ tiếp phần mái chân đập phía hạ lưu cho đến gặp cao trình nền $\nabla 84.0$. Mặt cắt tràn theo dạng WES hình 1.26.

III. Xác định mặt cắt đập tràn theo dạng Ôphixêrôp

Cột nước định hình của mặt cắt đập tràn $H_{TK}=14.76\text{m}$ (tương đồng với thiết kế mặt cắt tràn dạng WES).

Theo bảng 24, trang 78 của quy phạm QP.TL.C-8-76, dùng $H_{DH} = 14.76\text{m}$ tính ra bảng tọa độ sau:

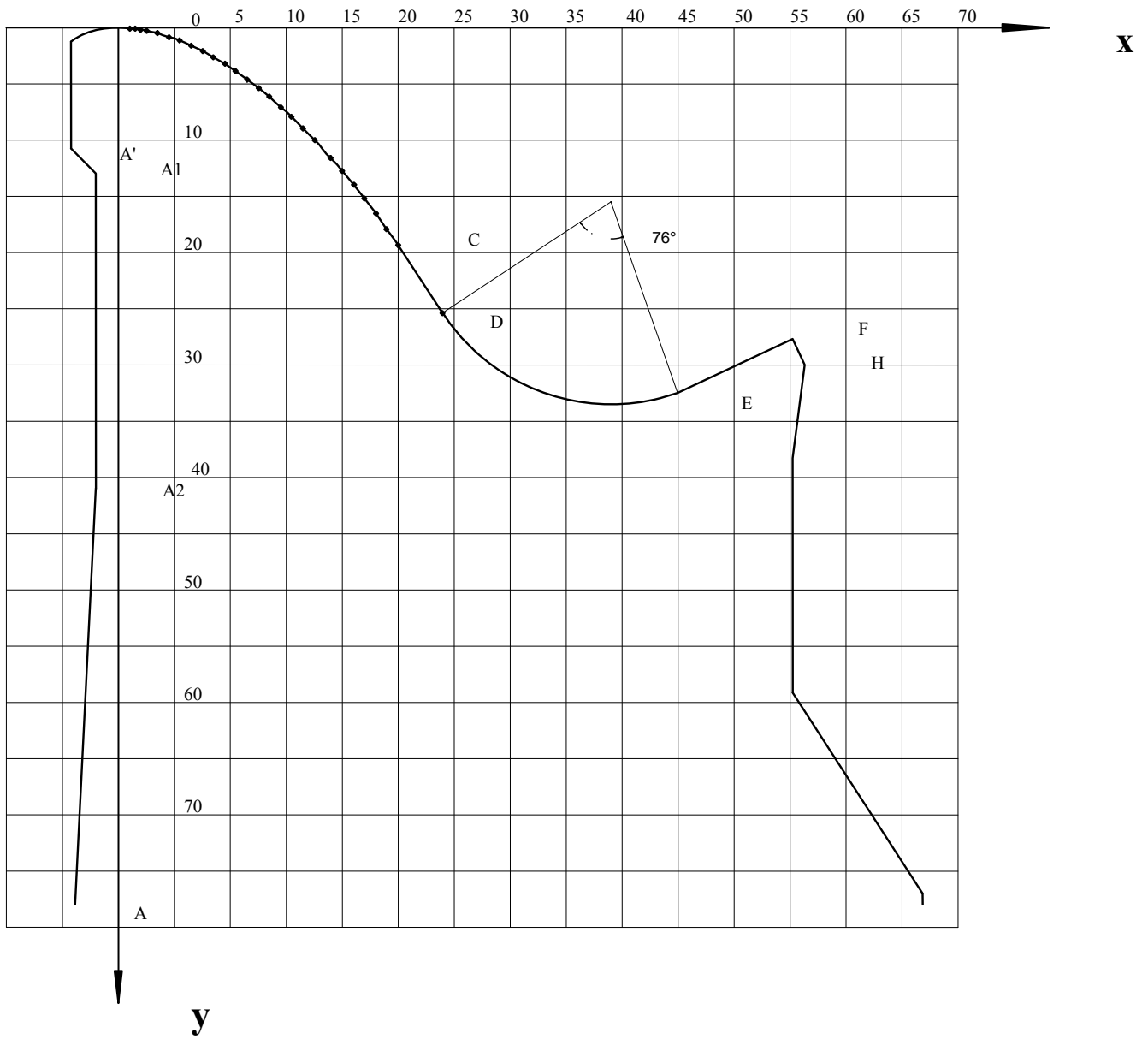
Bảng 1.16. Tọa độ mặt cắt tràn theo dạng Ôphixêrôp

Điểm thứ	x (m)	y (m)	Điểm thứ	x (m)	y (m)
1	0.000	1.890	14	19.500	7.125
2	1.500	0.540	15	21.000	8.46
3	3.000	0.105	16	24.000	11.460
4	4.500	0.000	17	27.000	14.805
5	6.000	0.009	18	31.5	20.535
6	7.50	0.405	19	34.5	24.795
7	9.00	0.900	20	37.50	29.40
8	10.50	1.500	21	40.50	34.335
9	12.000	2.19	22	43.50	39.600
10	13.500	2.97	23	46.50	45.195
11	15.000	3.84	24	49.50	51.075
12	16.500	4.815	25	52.500	57.27
13	18.000	5.910			

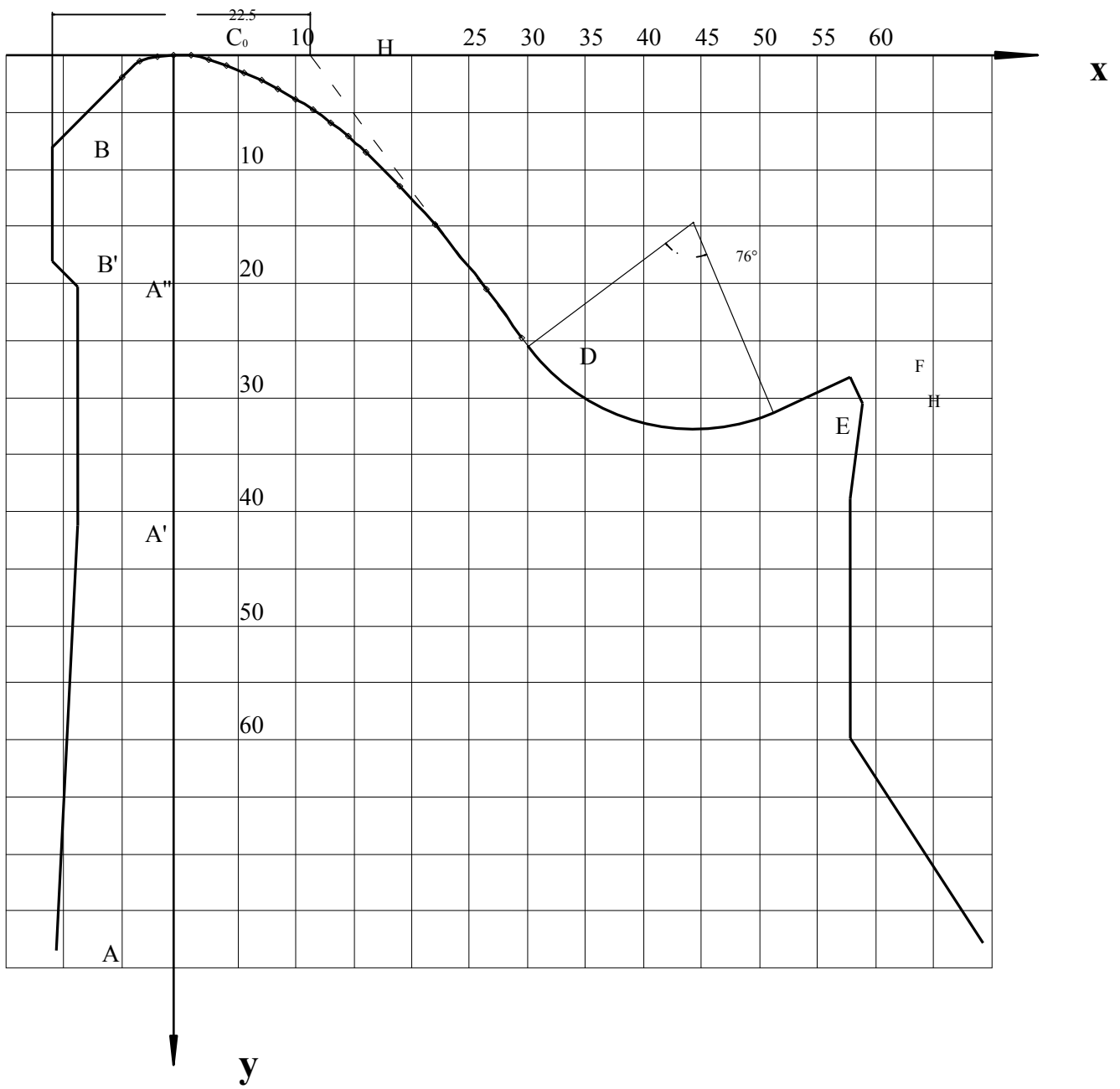
áp dụng quy quy phạm TL.C-8-76, tính toán tiếp ta xác định được đoạn đầu, hạ lưu tràn và hoàn chỉnh mặt tràn dạng Ôphixêrôp thể hiện ở hình 1.27.

Hình 1.28 và 1.29 thể hiện mặt cắt ngang dạng WES các đập tràn Cửa Đạt và Kanak đang xây dựng ở Việt Nam.

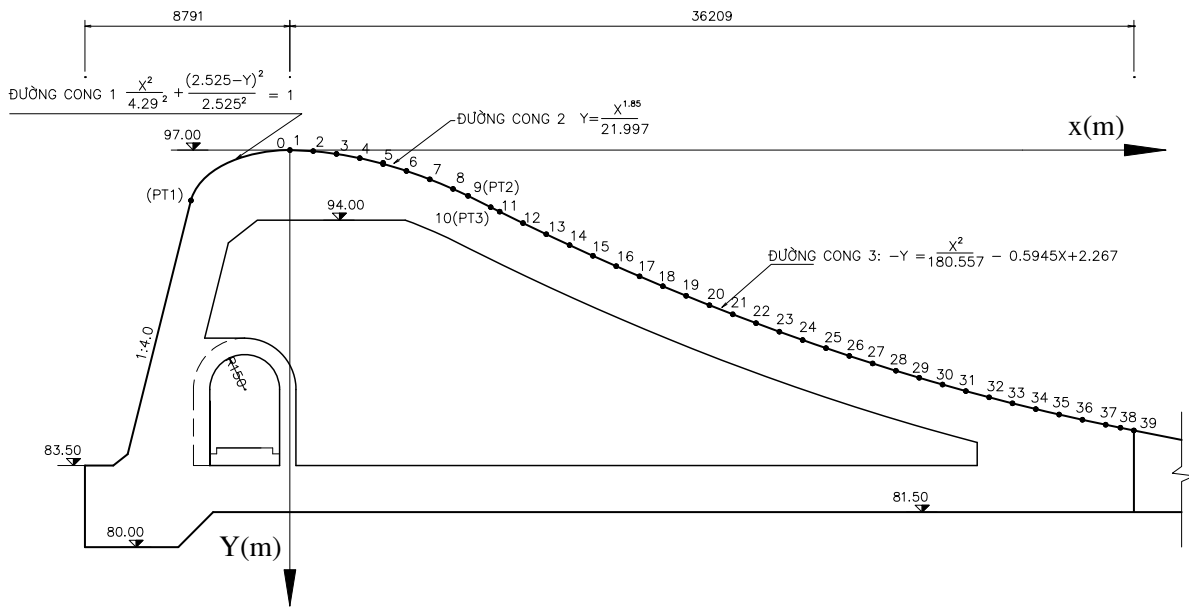
So với dạng Ôphixêrôp thì ưu điểm của đập tràn có mặt cắt dạng WES là: khả năng tháo lớn, khối lượng bê tông nhỏ, sau đoạn cong hạ lưu ít xuất hiện chân không (áp suất âm).



Hình 1.26. Mặt cắt tròn theo dạng WES



Hình 1.27. Mặt cắt trần theo dạng Ôphixêrốp



Hình 1.28. Toạ độ đường cong mặt tràn hồ chứa nước Cửa Đạt

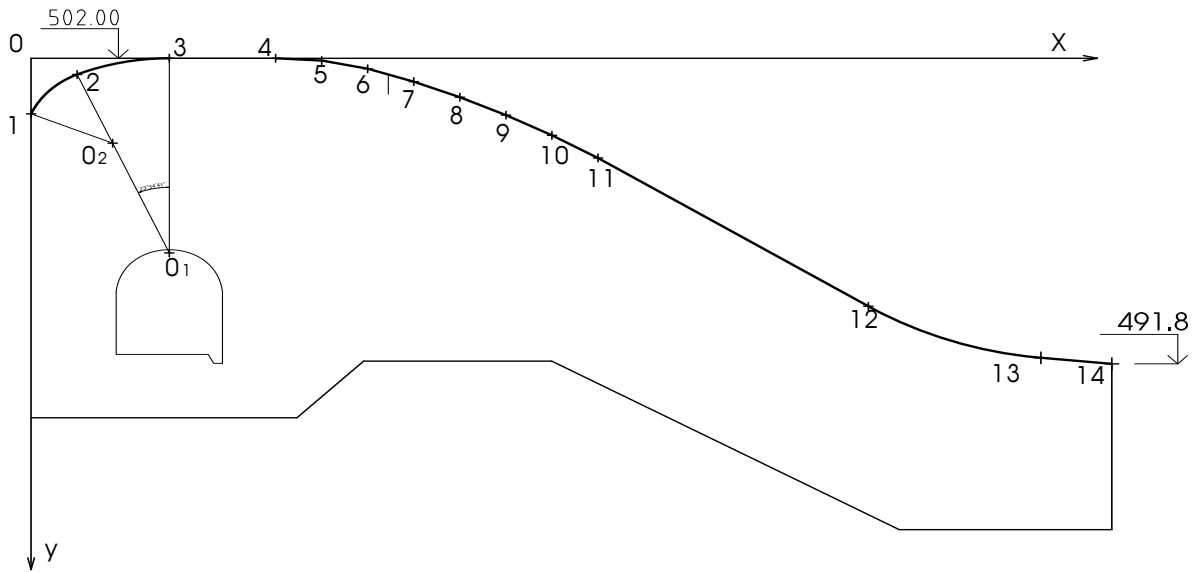
BẢNG TOẠ ĐỘ ĐƯỜNG CONG 1,2

TOẠ ĐỘ \ ĐIỂM	PT1	1	2	3	4	5	6	7	8	9(PT2)
Y(M)	2.157	0.000	0.045	0.164	0.347	0.591	0.893	1.251	1.664	1.958
X(M)	-4.244	0.000	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	7.644

BẢNG TOẠ ĐỘ ĐƯỜNG CONG 3

TOẠ ĐỘ \ ĐIỂM	10(PT3)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Y(M)	2.444	2.635	3.124	3.602	4.069	4.526	4.970	5.404	5.827	6.239	6.640	7.029	7.408	7.775	8.131
X(M)	8.616	9.000	10.000	11.000	12.000	13.000	14.000	15.000	16.000	17.000	18.000	19.000	20.000	21.000	22.000

TOẠ ĐỘ \ ĐIỂM	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Y(M)	8.477	8.811	9.134	9.446	9.747	10.037	10.316	10.583	10.840	11.086	11.320	11.544	11.756	11.885	12
X(M)	23.000	24.000	25.000	26.000	27.000	28.000	29.000	30.000	31.000	32.000	33.000	34.000	35.000	35.633	36.209



Hình 1.29. Đường cong mặt trần KaNak

Bảng 1.17. Bảng tọa độ đường cong mặt trần KaNak

Điểm	Tọa độ		Ghi chú
	X	Y	
1	0	1.854	Cung tròn R=2.5m
2	1.3	0.543	
3	3.9	0.0	Cung tròn R=6.5m
4	6.9	0.0	Đường thẳng
5	8.2	0.078	Đường cong
6	9.5	0.351	Đường cong
7	10.8	0.78	Đường cong
8	12.1	1.3	Đường cong
9	13.4	1.898	Đường cong
10	14.7	2.574	Đường cong
11	16	3.328	Đường cong
12	23.628	8.279	Đường thẳng
13	28.5	10.0	Cung tròn R=11m
14	30.5	10.2	Đường thẳng

§1.6. ĐẬP TRÀN XẢ LŨ KẾT HỢP

Một số đập tràn được xây dựng với hình thức xả mặt và xả đáy.

Hình 1.30 và ảnh 1.1 là đập tràn thủy điện Hoà Bình, công trình xả lũ có cả xả đáy và xả mặt. ở Việt Nam các công trình đập lớn được thiết kế vừa xả mặt vừa xả đáy đã, đang và sẽ xây dựng:

- + Thủy điện Hoà Bình đã hoàn thành năm 1990.
- + Hồ chứa nước Định Bình đã hoàn thành năm 2006.
- + Thủy điện Tuyên Quang sẽ hoàn thành vào năm 2008.
- + Thủy điện Sơn La đang xây dựng.
- + Hồ chứa nước Tả Trạch ... đang xây dựng.

Khi thiết kế, để xác định tỷ lệ lưu lượng xả mặt và lưu lượng xả đáy thế nào là hợp lý; có thể dựa vào mấy yếu tố sau đây:

- Dạng đỉnh lũ gây hay béo.
- Cường suất và tốc độ truyền lũ về đến vị trí công trình nhanh hay chậm.
- Lưu lượng và đỉnh lũ lịch sử đã xuất hiện.
- Cần hạ mực nước thượng lưu xuống mực nước trước lũ (MNTL) để phòng lũ.

Nếu như dạng lũ bẹt và béo thì nên chọn tỷ lệ lưu lượng xả đáy lớn, nếu như dạng đỉnh lũ gầy và nhọn nên chọn tăng thêm tỷ lệ xả mặt; cường suất nhanh thì nên tăng thêm tỷ lệ lưu lượng xả đáy. Dựa trên các yếu tố trên các công trình đập tràn xả lũ có cả xả mặt và xả đáy ở Việt Nam ta đã xây dựng là:

Tràn thủy điện Hoà Bình: xả đáy 65%, xả mặt 35%, tràn thủy điện Tuyên Quang xả đáy 68%, xả mặt 32% còn công trình thủy điện Tam Hiệp của Trung Quốc chọn tỷ lệ xả đáy 70% xả mặt 30%.

Tại vị trí cửa ra của lỗ xả không nên thiết kế bằng cao độ của đầu dốc nước mà nên cao hơn cao độ của đầu dốc nước từ 0.50÷0.60m để tạo thành một ngưỡng trộn khí.

Chọn hình thức xả đáy cộng xả mặt là nhằm giảm bớt việc vận hành đóng mở cửa van giảm thiểu số kẹt cửa khi vận hành công trình hoặc có ý định kết hợp lợi dụng các công trình tuy nên dẫn dòng thì công làm công trình vĩnh cửu tháo một phần lưu lượng lũ.

Song có công trình đập cao 90÷120m, lưu lượng xả lũ tương đối lớn $Q_{xả}=17.000÷21.000m^3/s$ nhưng chỉ thiết kế dùng giải pháp xả mặt, trên mặt tràn bố trí nhiều khoang cửa rộng từ 10÷15m, mỗi khoang đều có cửa van cung khống chế mực nước hồ. Khi cần vận hành xả lũ với các con lũ có lưu lượng khác nhau để giữ được mực nước hồ ở mực nước thiết kế (hay mực nước dâng bình thường) sẽ vận dụng cách vận hành cửa van theo hai hình thức:

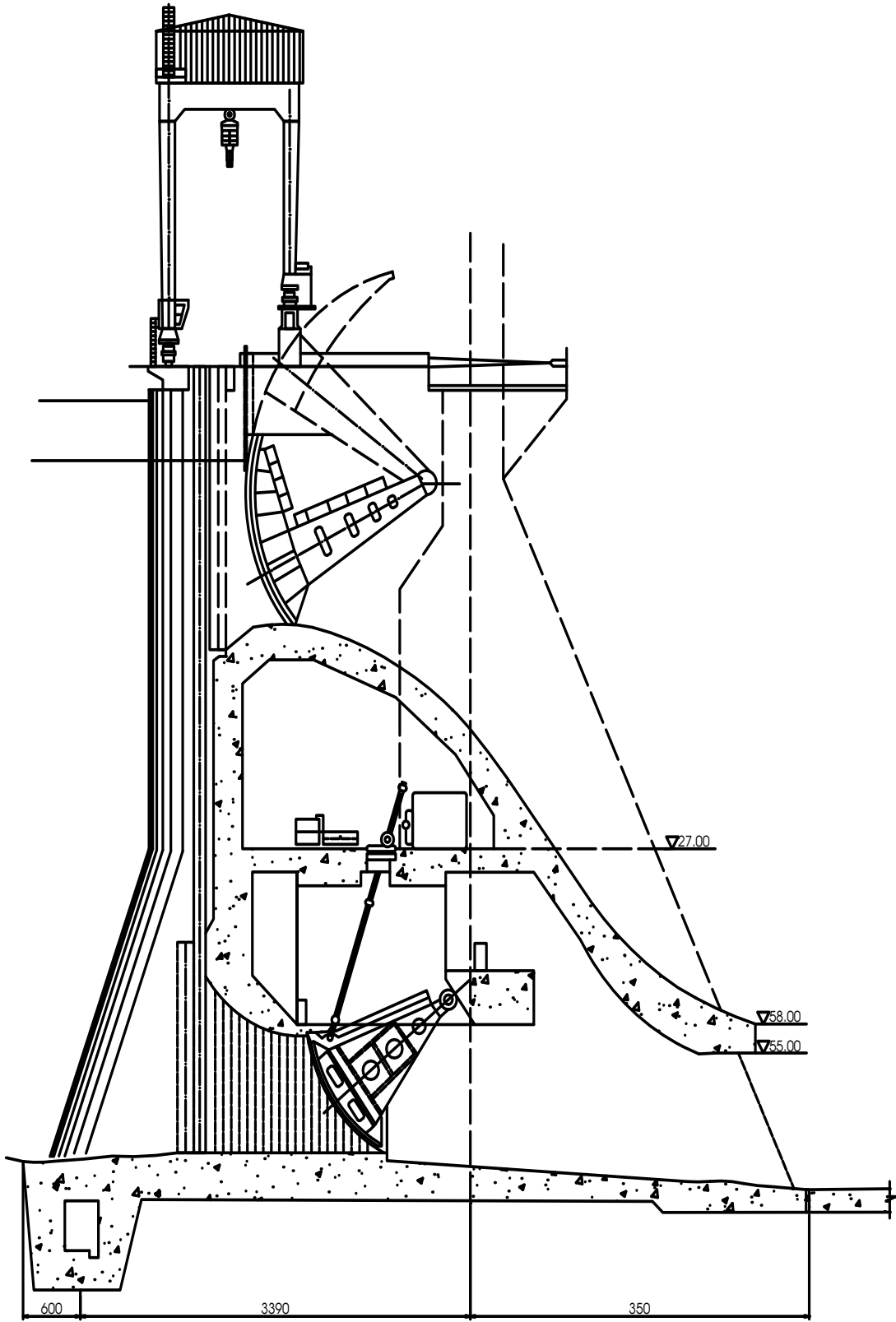
- Mở hoàn toàn một số cửa.
- Hoặc mở toàn bộ số cửa với một độ mở a.

Cách thiết kế này giảm được đầu tư cho các cửa van xả sâu và không tồn tại sự cố kẹt cửa xả sâu trong công trình. Nhưng lại có nhược điểm là cửa xả mặt mỗi một mùa lũ phải vận hành cửa van nhiều lần, thiết bị đóng mở cửa van chóng hư hỏng và xác suất xảy ra sự cố kẹt cửa nhiều hơn.

Với hai hình thức thiết kế đập tràn xả lũ như trên thì khi nghiên cứu thí nghiệm lập quy trình vận hành cũng khác nhau. Đối với công trình có cả xả mặt và xả đáy thì quy trình vận hành thường nghiên cứu là:

+ Đối với cửa xả sâu thí nghiệm cho chế độ mở cửa hoàn toàn một số cửa, không nghiên cứu cách mở với các độ mở a . Với chế độ mở hoàn toàn một số cửa thì mở cửa bên trái hay bên phải sẽ có lợi về tình hình thủy lực.

+ Đối với cửa xả mặt thì nghiên cứu thí nghiệm cho cả hai cách, cách mở hoàn toàn một số cửa và cách mở theo độ mở a . Từ kết quả thí nghiệm trên mô hình, mới nêu lên phương án đóng mở nào là có lợi về thủy lực đối với công trình để cơ quan quản lý áp dụng.



Hình 1.30. Mặt cắt tràn thủy điện Hoà Bình



Ảnh 1.1. Công trình Thủy điện Hoà Bình

Câu hỏi cuối chương

Câu hỏi 1: Hãy nêu các dạng mặt cắt đập tràn thực dụng thường áp dụng trong xây dựng các công trình thủy lợi, thủy điện?

Câu hỏi 2: Hãy nêu ưu, nhược điểm của mặt cắt tràn dạng WES?