

# MỘT VÀI Ý KIẾN VỀ MẶT CẮT ĐẬP TRÀN DẠNG WES

**Vũ Thanh Te**  
*Trường Đại học Thủy lợi*

**Tóm tắt:** Mặt cắt tràn xả lũ dạng WES được ứng dụng nhiều trên thế giới. ở Việt Nam gần đây mới thiết kế cho một số công trình thủy lợi, thủy điện như: Cửa Đạt, Sông Tranh 2, Bình Điền, Kanak...

Bài viết giới thiệu tóm tắt về phương pháp xác định mặt cắt tràn dạng WES; đồng thời nêu ưu điểm của dạng mặt cắt này.

## I. MỞ ĐẦU:

Ở Việt Nam từ năm 1960 đến năm 1998 các đập tràn đều thiết kế theo dạng mặt cắt tràn Ôphixêrôp, như: Thác Nhồng, Thông Gót, Mỹ Bình, Ngòi Nhì, Sông Hinh, YALy, Thác Bà, Tân Giang, và 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 đập tràn theo dạng mặt cắt WES, như: Tuyên Quang, Cửa Đạt, Bình Điền, sông Tranh 2, Kanak...

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 thuận lợi và thống nhất.

Vì vậy, chúng tôi xin trình bày một số vấn đề về phương pháp xác định mặt cắt tràn dạng WES để bạn đọc tham khảo.

## II. NỘI DUNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Bài báo nêu về cách xác định mặt cắt đập tràn dạng Ôphixêrôp và WES.

Trình bày phương pháp xác định các thông số thủy lực cơ bản đối với mặt cắt tràn dạng WES, như: áp suất, lưu tốc, đường mặt nước... có ví dụ minh họa để bạn đọc tham khảo.

Phương pháp nghiên cứu là tổng quan các kết quả nghiên cứu của các tác giả ở nước ngoài, kết hợp với thực nghiệm mô hình để xác định

mặt cắt tràn dạng Ôphixêrôp và WES.

## III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### 1. Chọn mặt cong tràn dạng WES

a. Đoạn thân tràn phía hạ lưu

Đối với đập tràn xả lũ có 3 yếu tố chính người thiết kế cần 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).

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

$$X^n = K H_d^{n-1} Y \quad (1)$$

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 loại đập cao. Thường 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 (bảng 1).

K - Khi  $p/H_d > 1.0$ , lấy trị số K theo bảng 1

Khi  $K \leq 1.0$  lấy  $K = 2.0 \div 2.20$

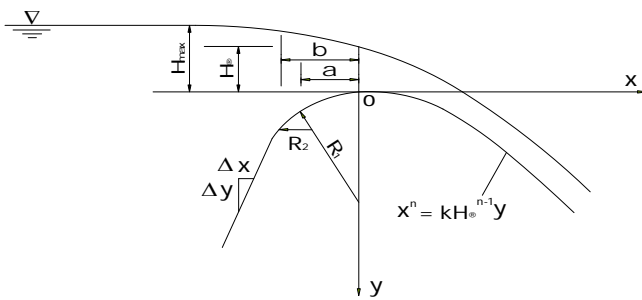
Bảng 1. Tham số đường cong mặt tràn

Độ dốc mặt thượng lưu ( $\Delta y/\Delta x$ )	K	n	$R_1$	a	$R_2$	b
3:0	2.00 0	1.85 0	$0.5H_d$	$0.175 H_d$	$0.20H_d$	$0.282 H_d$
3:1	1.93 6	1.83 6	$0.68 H_d$	$0.139 H_d$	$0.21 H_d$	$0.237 H_d$
3:2	1.93 9	1.81 0	$0.48 H_d$	$0.115 H_d$	$0.22 H_d$	$0.214 H_d$

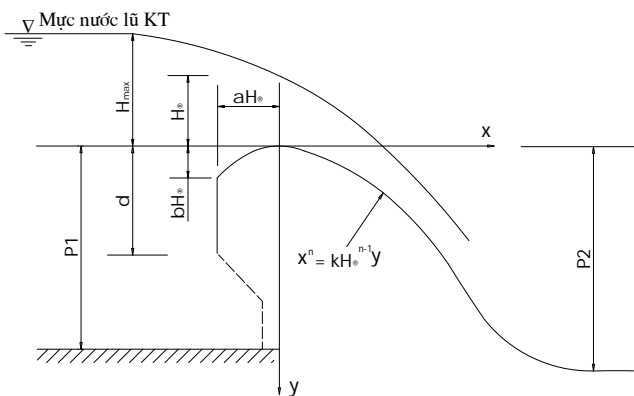
**b. Đoạn đầu tràn**

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

+ Đường cong hai cung tròn như hình 1.



Hình 1. Đầu tràn phía thượng lưu dùng 2 bán kính cong  $R_1$  và  $R_2$  với mái xiên



Hình 3. Đầu tràn có đoạn nhô đoạn cong phía thượng lưu dùng đường cong ê - líp

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

Trong hình:  $R_1, R_2, K, n, a, b$  các tham số này lấy giá trị như bảng 1.

+ Đường cong 3 cung tròn mặt thượng lưu thẳng đứng như hình 2.

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

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

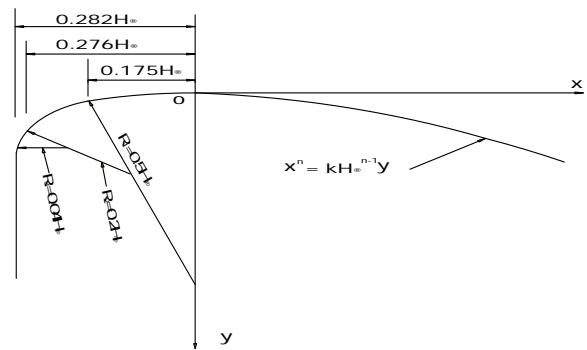
Trong đó:

$aH_d, bH_d$  - Bán trục dài và bán trục ngắn của ê líp.

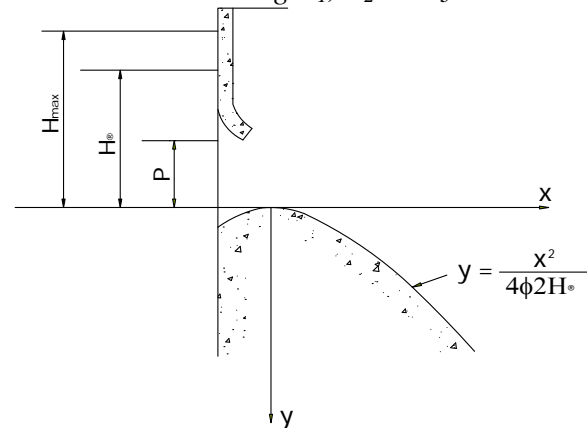
Khi  $p/H_d \geq 2$  thì  $a = 0.28 \div 0.30, a/b = 0.87 + 3a$

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

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



Hình 2. 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 4. Đầu tràn thực dụng có tường ngược

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.

**2. Xác định khả năng tháo:**

a. Trường hợp cửa van mở hoàn toàn

Hiện nay thường áp dụng 2 công thức sau:

+ Công thức của Mỹ:

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

Trong đó:

L: Chiều rộng của đập

C: Hệ số lưu lượng

$$C = 0.327 + 0.4H/P \quad (4)$$

H: Cột nước tràn

P: Chiều cao thượng lưu đập

+ Công thức của Trung Quốc:

$$Q = C^* m \varepsilon \sigma_n B \sqrt{2g} H_0^{3/2} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (5)$$

Trong đó:

B =  $\Sigma b$  (m): Tổng chiều rộng tràn nước

$\sigma_n$ : Hệ số ngập (trường hợp không ngập  $\sigma_n=1$ )

$\varepsilon$ : 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  $\left( \frac{V_0^2}{2g} \right)$

Hệ số  $C^*$  là hệ số ảnh hưởng của mái xiên phía thượng lưu, giá trị của  $C^*$  được xác định như bảng 2.

Bảng 2. Xác định hệ số  $C^*$

P/H <sub>d</sub>	0.30	0.40	0.60	0.80	1.0	1.2	1.3
Độ xiên mái TL ( $\Delta y/\Delta x$ )							
3:1	1.00 9	1.00 7	1.00 4	1.00 2	1.00 0	0.99 8	0.99 7
3:2	1.01 5	1.01 1	1.00 5	1.00 2	0.99 9	0.99 6	0.99 3
3:3	1.02 1	1.01 4	1.00 7	1.00 2	0.99 8	0.99 3	0.99 8

Đối với đập WES loại cao thì đặc tính thủy lực là hệ số lưu lượng m chỉ có quan hệ với H/H<sub>d</sub> mà không còn chịu ảnh hưởng của P/H<sub>d</sub> nữa.

b. Trường hợp đỉnh tràn có tường ngược (hình 4)

Đây là trường hợp chảy theo dạng qua lỗ;

công thức tính lưu lượng:

$$Q = \mu A \sqrt{2gH_0} \quad (6)$$

Trong đó :

Q - Lưu lượng xả (m<sup>3</sup>/sec)

A - Diện tích miệng lỗ thoát nước (A=BxD) m<sup>2</sup>

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

D - Chiều cao lỗ (m)

H<sub>0</sub> - Tổng cột nước trên tràn có tính đến cột nước của lưu tốc tiến gần (m)

$\mu$  - Hệ số lưu lượng chảy tự do qua lỗ

Khi p/H<sub>d</sub> > 0.60, H/D = 2 ÷ 3 thì  $\mu = 0.70 \div 0.80$

Khi p/H<sub>d</sub> > 0.60, H/D = 1.5 ÷ 2.0 thì  $\mu = 0.60 \div 0.70$

H<sub>d</sub> - là cột nước thiết kế định hình của tràn

H - Cột nước tác dụng trên tràn

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

$$Q = \mu A \sqrt{2g(H_0 - D)} \quad (7)$$

Trong đó:

Các ký hiệu trong công thức (7) như trên; chỉ giá trị H<sub>0</sub> là cột nước tính từ đáy bản cửa van đến mực nước thượng lưu, có tính đến lưu tốc tiến gần.

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

d. Trường hợp sau đỉnh tràn lắp cửa van cung

$$Q = \mu A \sqrt{2gZ_0} \quad (8)$$

Trong đó: Các ký hiệu khác giống như trên, chỉ có Z<sub>0</sub> là cột nước tính từ tâm độ mở a đến mực nước thượng lưu Z<sub>0</sub>=(H-1/2a)

Trường hợp này hệ số  $\mu$  biến đổi từ 0.67 ÷ 0.88.

3. Xác định phân bố áp suất trên mặt tràn dạng WES

Khi thiết kế tràn xả lũ, để chọn mặt cắt tràn hợp lý, cần phải xác định mặt cắt tràn không sinh áp suất âm, do đó việc xác định áp suất âm trên mặt tràn là rất cần thiết phải được quan tâm.

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 5a).

+ Ở giữa khoang tràn hai bên có trụ pin (hình 6a)

+ Ở mép khoang tràn dọc theo trụ pin (hình 7a)

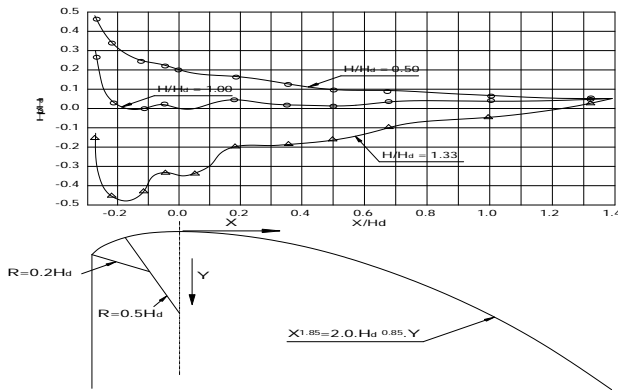
Tài liệu của Mỹ mới nghiên cứu phân bố áp suất trên mặt đập tràn cho 3 tỷ số H/H<sub>d</sub> = 0.5,

1.0, 1.33.

Qua quá trình nghiên cứu đập tràn cho một số công trình thủy điện, như: Thạch Tuyên, Trần Hồ Nam, Yên Đồng Hiệp, A Đê Đa, Tây Tân, Phong Mãn, Quách Châu, Thiên Sinh Kiều, Tân Hoa, Tiểu Lang Đé, Tam Hiệp, Câu Pi Than, Đan Giang Khẩu...

Các nhà khoa học Trung Quốc đã nghiên cứu phân bố áp suất trên mặt tràn WES cũng cho 3 trường hợp:

+ Trên mặt tràn không có trụ pin (hình 5b).



a. Tài liệu của Mỹ

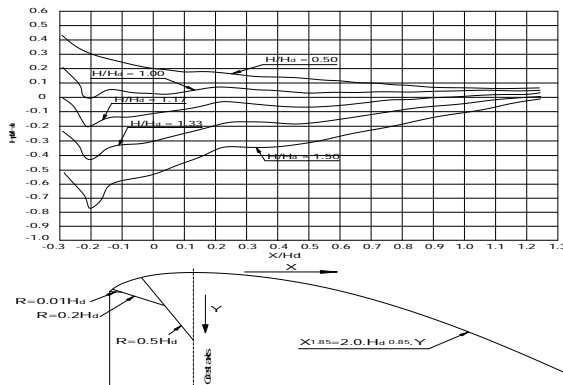
+ Trên mặt tràn ở giữa khoang hai bên có trụ pin (hình 6b).

+ Ở mép khoang tràn dọc theo trụ pin (hình 7b).

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

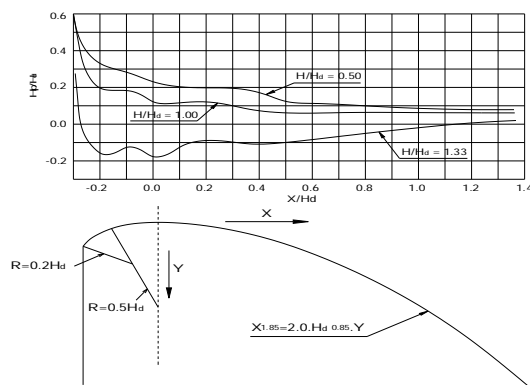
Kết quả này đã làm phong phú thêm về kết quả nghiên cứu đối với mặt cắt dạng WES.

Trên các đồ thị đã dùng tỷ lệ  $H/H_d$  quan hệ với  $X/H_d$  là các giá trị không có thứ nguyên. Từ các đồ thị trên có thể sơ bộ xác định áp suất trên mặt tràn WES.

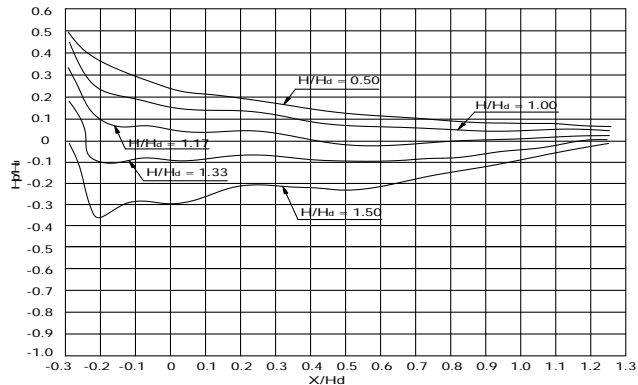


b. Tài liệu của Trung Quốc

Hình 5. Phân bố áp suất trên mặt tràn không trụ pin

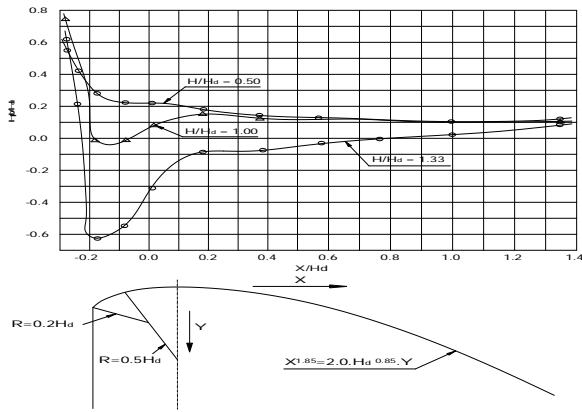


a. Tài liệu của Mỹ

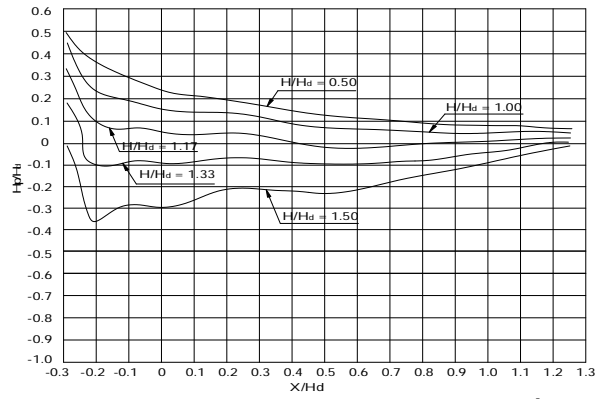


b. Tài liệu của Trung Quốc

Hình 6. Phân bố áp suất giữa khoang tràn hai bên có trụ pin

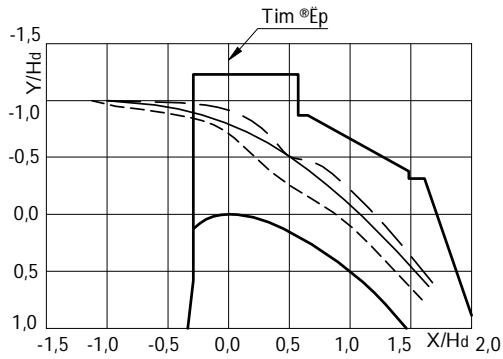


a. Tài liệu của Mỹ

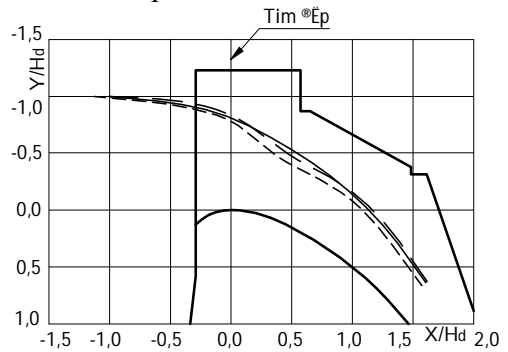


b. Tài liệu của Trung Quốc

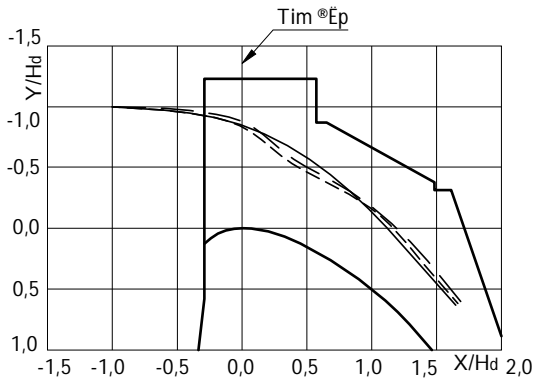
Hình 7. Phân bố áp suất dọc theo trụ pin



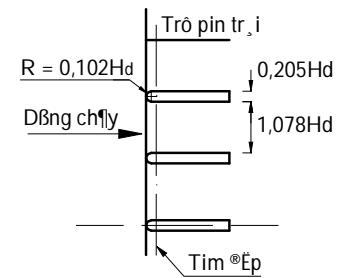
Khoang 1



Khoang 2



Khoang 3

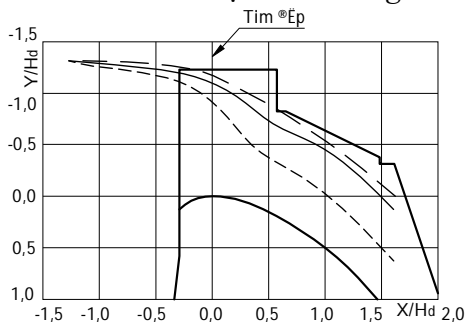


Đường mặt nước thí nghiệm mô hình

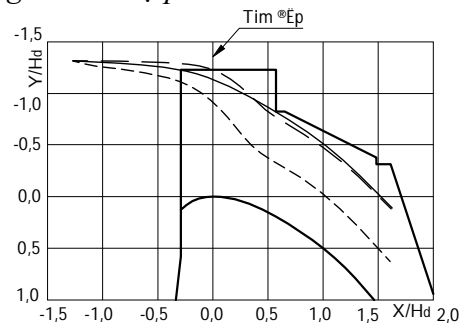
- Bên trái
- Giữa khoang
- Bên phải

Khoang 4

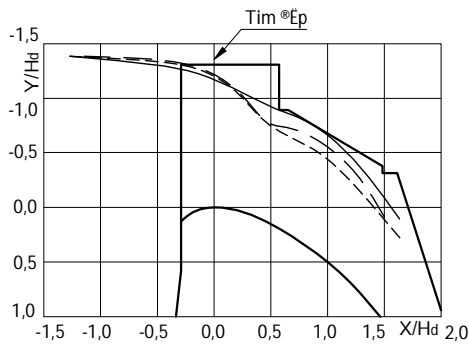
Hình 5b. Đường mặt nước trên đập tràn ( $H/H_d=1.0$ )  
chịu ảnh hưởng của kênh dẫn thượng lưu và trụ pin bên



Khoang 1

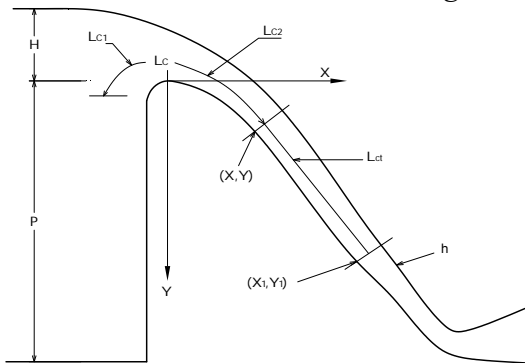


Khoang 2



Khoang 3

Hình 6a. Đường mặt nước trên đập tràn ( $H/H_d=1.35$ )  
chịu ảnh hưởng của kênh dẫn thượng lưu và trụ pin bên



Hình 7b. Sơ họa đường mặt nước trên tràn  
không có trộn khí

#### 4. Ví dụ:

Chúng tôi nêu ví dụ tính toán, so sánh để chọn mặt cắt đập tràn theo dạng Ôphixêrôp và WES.

a. 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  $R=18.0\text{m}$ ;  $\alpha = 76^\circ$

b. Xác định mặt cắt đập theo dạng wes

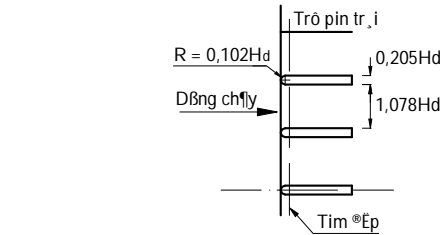
Trước hết tính cột nước  $H_{\max}$ :

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

+ Tính chiều cao ngưỡng tràn:

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

+ Tính cột nước  $H_{TK}$ :



Đường mặt nước thí nghiệm mô hình

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

Khoang 4

$$H_{TK} = 175.76\text{m} - 164.0\text{m} = 14.76\text{m}$$

$$+ \text{Xác định tỷ số } P_1/H_{TK} = 77.0/14.76 \approx 5.21$$

Như vậy sơ bộ cho thấy:  $P_1/H_{TK} > 1.33$  thuộc dạng đập cao ( $5.21 > 1.33$ )

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

$$H_d = (0.75 \div 0.95) H_{\max} \quad (9)$$

Trong biểu thức (9) thì:

$H_d$  - Gọi là cột nước định hình

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

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

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

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

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:

$$X^n = K H_d^{n-1} y \quad (10)$$

Trong biểu thức (10) x và y là hoành độ và tung độ của mặt tràn phía hạ lưu điểm gốc tọa độ điểm 0 là ngưỡng tràn; n là chỉ số với mái đập thượng lưu thẳng đứng lấy theo quy phạm Trung Quốc  $n=1.85$ ; K là hệ số, khi giá trị  $P_1/H_d > 1.0$  chọn  $K=2.0$  để tính ra

Như vậy biểu thức (10) viết được :

$$X^{1.85} = 2.0 * 15.0^{0.85} \times y \quad (11)$$

Từ biểu thức (11) tính giá trị của x và y để vẽ đường cong ở bảng 3.

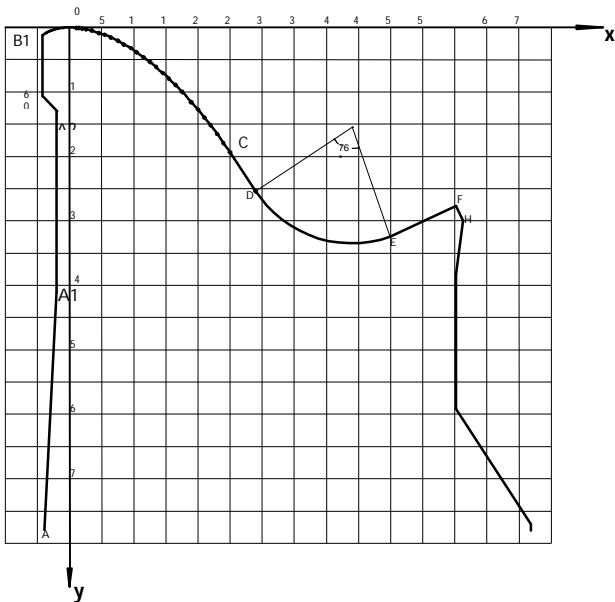
Bảng 3. Tọa độ mặt cong tràn dạng WES

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

Áp dụng các công thức nêu ở mục II về tính toán mặt cắt tràn dạng WES ta xác định được đoạn đầu tràn và hạ lưu tràn.

Mặt cắt ngang tràn dạng WES thể hiện ở hình 5.



Hình 5. Mặt cắt ngang tràn dạng WES

c. Xác định mặt cắt đập tràn theo dạng Ôphixêrôp

Cột nước định hình của mặt cắt đập tràn  $H_{TK}=15.0m$  (tương đồng với thiết kế mặt cắt tràn dạng WES).

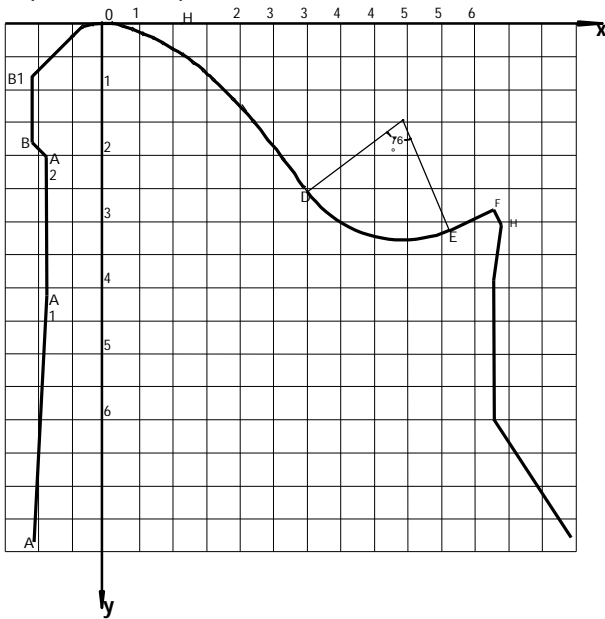
Theo bảng 24 (trang 78) của quy phạm QP.TL.C-8-76, dùng  $H_{DH} = 15.0m$  tính ra bảng tọa độ sau:

Bảng 4. Tọa độ mặt cắt tràn theo dạng Ôphixêrôp

Điểm thứ	x (m)	y (m)
1	0.000	1.890

Điểm thứ	x (m)	y (m)
2	1.500	0.540
3	3.000	0.105
4	4.500	0.000
5	6.000	0.009
6	7.500	0.405
7	9.000	0.900
8	10.500	1.500
9	12.000	2.190
10	13.500	2.970
11	15.000	3.840
12	16.500	4.815
13	18.000	5.910
14	19.500	7.125
15	21.000	8.460
16	24.000	11.460
17	27.000	14.805
18	31.500	20.535
19	34.500	24.795
20	37.500	29.400
21	40.500	34.335
22	43.500	39.600
23	46.500	45.195
24	49.500	51.075
25	52.500	57.270

Áp dụng quy phạm QP.TL.C-8-76, tính toán tiếp ta xác định được đoạn đầu và hạ lưu tràn. Mặt cắt ngang tràn dạng Ôphixêrôp thể hiện ở hình 6.



Hình 6. Mặt cắt ngang tràn dạng Ôphixêrôp

#### IV. KẾT LUẬN:

##### Tài liệu tham khảo

1. Quy phạm tính toán thủy lực đập tràn QP.TL.C- 8-76. Bộ Thủy lợi, năm 1977.
2. Nguyễn Văn Cung, Nguyễn Xuân Đặng, Ngô Trí Viêng; Công trình tháo lũ trong đầu mối hệ thống thủy lợi. NXB Khoa học và Kỹ thuật. Năm 1977.
3. Viện khoa học Thủy lợi; báo cáo kết quả: “Nghiên cứu mô hình tràn xả lũ Cửa Đạt - Thanh Hoá”, Hà Nội năm 2005.
4. Viện khoa học Thủy lợi; báo cáo chuyên đề: “Nghiên cứu mô hình về tràn xả lũ”, Hà Nội năm 2006.
5. Viện khoa học Thủy lợi; báo cáo kết quả: “Nghiên cứu mô hình thủy điện sông Tranh 2 - Quảng Nam”, Hà Nội năm 2006.

#### Summary

### RECOMMENDATIONS ON WES - BASED PROFILE OF FLOOD DISCHARGE WEIR

*Profile of wes - based flood discharge weir has been being applied widely in the world. However, in recent time design work of this type weir just has been developed for some water resources and/or hydropower projects such as Cua - Dat, Song Tranh 2, Binh Dien, Kanak etc .in Vietnam.*

*Therefore, this article is to introduce briefly on method of determination of Wes - based profile of weir as well as present the advantage of this type of profile.*

---

Người phản biện: **GS. Vũ Trọng Hồng**