

Lũ tràn qua cầu thường tràn qua cả nền đường dẫn vào cầu. Phần lưu lượng tràn qua đường tính như nước tràn qua đập và xác định theo công thức:

$$Q = C_f L H^{3/2} \frac{C_s}{C_f} \quad (m^3/s) \quad (3-E-5)$$

Trong đó:  $C_s/C_f$ : thừa số ngập xác định từ biểu đồ trong hình vẽ 3-E-3.

H: thủy đầu

L: chiều rộng ngập tràn (m)

Một số đồ giải được lập theo đơn vị feet và inch, trong tính toán cần phải đổi về cùng một hệ thống đơn vị.

Nếu có chủ trương nâng cao nền đường cũ, thì cần phải cộng thêm phần lưu lượng tràn qua đường với lưu lượng đã xét ở phần trên mà kiểm toán xói lở, kiểm toán khẩu độ. Nếu không, thì cần dựa vào lưu tốc tràn qua đường mà có biện pháp gia cố phòng hộ mặt đường và mái ta-luy nền đường cho phù hợp.

### 3.E.5. Kiểm toán xói lở, kiểm toán khẩu độ cầu.

Trong kiểm toán thủy lực đối với cầu, điểm cơ bản là xem cầu có còn ổn định về nền móng trước sự uy hiếp của xói lở và khẩu độ có đảm bảo thoát lũ an toàn qua cầu trước những trận lũ lịch sử.

*Kiểm toán xói lở:*

Để phòng chống xói lở, cần điều tra thực địa, đo đạc mặt cắt sau những trận lũ tràn lịch sử hay ngay trong lúc đang có lũ về. Xói lở thường đạt trị số tối đa ngay sau khi xuất hiện đỉnh lũ. Sau đó đối chiếu với trị số tính toán trong thiết kế và cao độ đặt đáy trụ, móng mà kết luận và đề ra biện pháp gia cố phòng hộ.

Trường hợp không có hồ sơ thiết kế cũ, có thể dùng các công thức sau:

a) Với xói chung:

$$\frac{y_2}{y_1} = \left( \frac{Q_{mc2}}{Q_{mc1}} \right)^{6/7} \left( \frac{W_{c1}}{W_{c2}} \right)^{k_1} \quad (3-E-6)$$

và:  $y_2 = y_1 - y_3$

Trong đó:  $y_1$ : chiều sâu nước trung bình ở lòng chủ (m);

$y_2$ : chiều sâu nước trung bình trong đoạn thắt hẹp (m);

$y_3$ : chiều sâu xói chung;

$Q_{mc1}$ : lưu lượng ở lòng sông tới cầu có tải phù sa ( $m^3/s$ );

$Q_{mc2}$ : lưu lượng trong đoạn thắt hẹp thường là tổng lưu lượng

$W_{c1}$ : chiều rộng đáy lòng chủ (m);

$W_{c2}$ : chiều rộng đáy khẩu độ cầu (m);

$k_1$ : hệ số phụ thuộc lượng phù sa tải trong dòng lũ, thường biến đổi từ 0,59 đến 0,60.

b) Với xói cục bộ

$$\frac{y_s}{y_1} = 2,0 k_1 k_2 \left( \frac{a}{y_1} \right)^{0,85} F_2^{0,42} \quad (3-E-7)$$

Trong đó:  $y_s$ : chiều sâu xói cục bộ (m);

$y_1$ : chiều sâu mực nước ngay trước trụ cầu (m);

$k_1$ : hệ số hiệu chỉnh theo hình dáng thân trụ cầu;

$k_2$ : hệ số hiệu chỉnh theo góc xô của dòng nước;






$a$ : chiều rộng trụ cầu (m)

$F_2$ : số Frondl =  $V_1 / (g \cdot y_1)^{0,5}$

$V_1$ : lưu tốc dòng chảy;

$g$ : gia tốc trọng trường

**Bảng 3-E-1. Hệ số hiệu chỉnh theo hình dáng thân trụ  $k_1$**

Hình dáng mặt bằng trụ cầu	Hệ số $K_1$
	Đầu vuông
	Đầu tròn
	Hình tròn
	Nhiều hình tròn
	Đầu nhọn

**Bảng 3-E-1. Hệ số hiệu chỉnh theo góc xô của dòng nước  $k_2$**

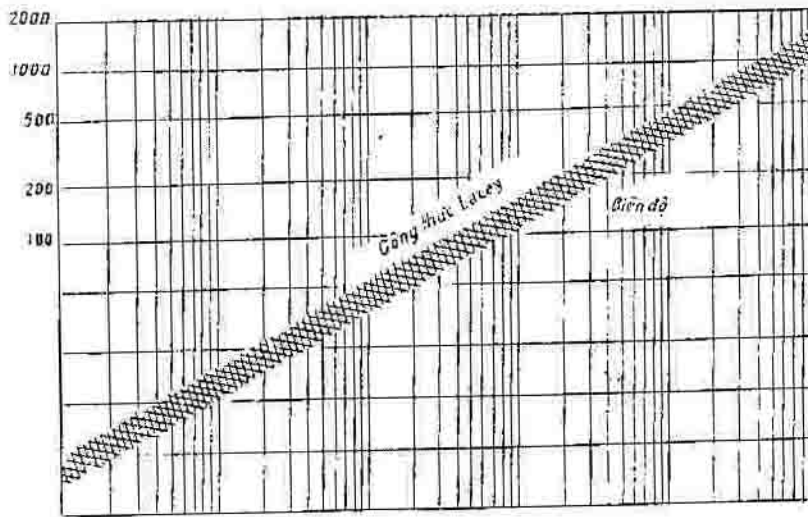
Trị số góc $\theta$	Tỉ số: $L/a$		
	$L/a = 4$	$L/a = 8$	$L/a = 10$
0	1,0	1,0	1,0
15	1,5	2,0	2,5
30	2,0	2,5	3,5
45	2,3	3,3	4,3
90	2,5	3,9	5,0

$\theta$ : góc hợp thành bởi hướng dòng chảy với pháp tuyến cầu;

$L$ : chiều dài trụ (m);  $a$ : chiều rộng trụ (m)

### Kiểm toán khẩu độ cầu

Dựa vào kết quả khảo sát thực địa về xói lở và mức độ ngập mà phán đoán tình hình thừa, thiếu khẩu độ. Ngoài ra, căn cứ vào lưu lượng đã xuất hiện trong những lần ngập lụt cụ thể ở cầu và dựa vào Biểu đồ kiểm toán khẩu độ của lacey, hình 3-E-4 dưới đây, để có thể kết luận chính xác và đề ra kiến nghị: mở thêm khẩu độ hay làm thêm công trình hướng dòng để phát huy hết khả năng thoát nước của khẩu độ cũ.



Hình 3-E-4. Biểu đồ kiểm toán khẩu độ cầu theo công thức Lacey.

#### Biện pháp khắc phục:

Sau khi tính toán kiểm định, nếu thấy có vấn đề về xói lở và khẩu độ, cần tiếp tục điều tra, khảo sát, nghiên cứu bổ sung tỉ mỉ nhằm đề xuất các phương pháp chữa trị hợp lý.

##### a) Phòng chống xói lở

Cần lập bình đồ cầu trước và sau lũ, do vẽ mặt cắt dọc tìm cầu trước, trong và sau lũ. Nếu không có điều kiện đo trước và trong lũ, thì ít nhất cũng phải lập được bình đồ và mặt cắt sau lũ. Từ các tài liệu trên mà nghiên cứu tình hình xói lở và kiến nghị phương án gia cố.

Nếu xói lở nghiêm trọng tại trụ thì bỏ đá phòng hộ xung quanh trụ với bề rộng 6D, chiều dài 7D, trong đó 2,5D nằm ở thượng lưu tính từ mặt thượng lưu trụ cầu. Độ dày thả đá là  $D/3$  (D là đường kính của mũi trụ; cũng là bề rộng trụ cầu).

Đường kính nhỏ nhất của viên đá thả tính theo công thức:

$$d_{\min} = 6 - 3,3u + 4u^2 \quad (m) \quad (3-E-8)$$

Trong đó: u - lưu tốc dòng chảy tính bằng m/s.

Nếu xói lở tại chân móng thì phải gia cố chân khay và phần tư nón.

b) Mở thêm khẩu độ.

Nếu mặt cắt lòng sông hiện tại đã quá sâu, diện tích yêu cầu để thoát lũ lại quá lớn so với khẩu độ hiện nay, nền đường bị uy hiếp trầm trọng, và nhất là trong những trường hợp mối trụ bị xói lở quá sâu, khó có thể phòng hộ bằng biện pháp gia cố, thì phải nghĩ đến biện pháp mở rộng thêm khẩu độ.

Mở thêm khẩu độ chỉ nên giải quyết trong những trường hợp thật khó khăn, vì sẽ làm thay đổi dòng chảy, nhất là khi mở thêm khẩu độ trên bãi. Để khắc phục, nếu lưu lượng trên bãi lớn, có thể làm thêm kè hướng dòng, tránh cho nền đường bị uy hiếp. Ngoài ra kè điều chỉnh, kè hướng dòng còn phân bố lại dòng chảy, làm cho toàn bộ các nhịp cầu đều phát huy hết khả năng thoát nước.

3.E.6. Kiểm toán khẩu độ cầu trong vùng ảnh hưởng của vỡ đập

Do làm thủy lợi trong những năm gần đây, nên trước và sau cầu thường hình thành các đập đất tạm thời của hồ chứa nước trong mùa mưa để tưới trong mùa khô. Những đập này thường thiếu an toàn, dễ bị vỡ, cần đề phòng khả năng xấu nhất, vỡ đập để ảnh hưởng đến cầu mà tìm cách phòng chống.

A. Trường hợp vỡ đập ở thượng lưu cầu:

Lưu lượng khi vỡ đập kiểm toán theo công thức:

$$Q_d = B_d H_c^{3/2} k_v \quad (m^3/s) \quad (3-E-9)$$

Trong đó:

$B_d$ : chiều dài đập theo mép nước về thượng lưu khi hồ chứa tới giới hạn (m)

$H_c$ : cột nước (chênh lệch mực nước ở thượng hạ lưu trước khi vỡ đập) (m)

$k_v$ : hệ số xét tới tỉ số giữa chiều rộng có khả năng vỡ với chiều dài của đập  $B_d$  và điều kiện chảy khi vỡ đập:

- Với đập đất mới, cấp V, trong điều kiện vận hành thuận lợi,  $k_v = 0.5$ .
- Với đập đất cũ, không đẳng cấp (đập nhỏ) và cả những đập cấp V; trong điều kiện vận hành không thuận lợi, lấy  $k_v = 0.75$ .

Qua kiểm toán nếu thấy lưu lượng do vỡ đập lớn hơn rất nhiều so với lưu lượng thiết kế trước đây của cầu, thì cần:

- Kiểm toán lại xói lở và khẩu độ theo lưu lượng vỡ đập;
- Nghiên cứu và đề xuất giải pháp phòng hộ trước;
- + Nếu mức độ uy hiếp chưa nghiêm trọng, có thể chỉ gia cố phần tư nón, bờ đá mối trụ (vì vỡ đập chỉ là hiện tượng nhất thời);
- + Nếu cầu bị uy hiếp nghiêm trọng, không chống đỡ nổi thì phải:  
Mở thêm khẩu độ cầu;  
Gia cố, nâng cấp đập để bảo đảm an toàn cho cả cầu lẫn đập.

B. Trường hợp ở hạ lưu mới xây dựng hồ chứa nước có đập tràn hay những hồ có dòng chính chảy qua thì cũng cần xét tới sự biến hình của lũ trong trường hợp này để tìm ra lưu lượng mới phát sinh mà kiểm toán khẩu độ cầu.

Lưu lượng trong trường hợp này xác định theo công thức gần đúng:

$$Q_{th} = Q_p \left( 1 - \frac{W_{dh}}{W_p} \right) k_{dt} \quad (m^3 / s) \quad (3-E-10)$$

Trong đó:

$Q_{th}$ : lưu lượng tháo nước từ hồ, lớn nhất ( $m^3/s$ )

$Q_p$ : lưu lượng chảy vào hồ, lớn nhất ( $m^3/s$ )

$W_{dh}$ : dung lượng điều hoà của hồ, bằng diện tích "kho" nước nhân với độ sâu trung bình có thể ngập, tính từ mực nước cạn đến mép hồ ( $m^3$ ).

$W_p$ : dung lượng lũ tính toán;

$k_{dt}$ : hệ số xét tới độ cong của đồ thị dòng nhập lưu, lấy bằng 0,85.

Với lưu lượng mới tìm được này, tiếp tục kiểm tra khẩu độ cầu và xói lở như đã trình bày ở trên.

### 3.E.7. Kiểm toán khẩu độ cầu nhỏ (làm thay cống)

Với các cầu nhỏ trên đường cũ, nếu cứ mãi mọc theo tiêu chuẩn đường mới ban hành, mà tính lưu lượng của diện tích tụ nước, không xét đến tình hình đã được thử thách lâu năm, thường dẫn đến việc tăng khẩu độ không cần thiết và lãng phí. Để tránh sửa chữa không hợp lý, phải xuất phát từ thực tế mà khảo sát, thu thập tình hình thoát nước lũ từ khi có công trình tới nay:

- Loại cầu, khẩu độ, tính cao, độ dốc lòng sông, xây lát dưới gầm cầu và chiều dài thoát nước;
- Mực nước lũ cao nhất phía thượng lưu cầu, đo ở cuối phần tư nón hoặc tường cánh, nếu không có thì đo ở chân nền đường;
- Chiều sâu nước lớn nhất ở phía hạ lưu cầu khi có lũ lớn nhất;
- Năm phát sinh lũ lớn nhất và tần suất tương ứng;
- Tình hình các lần sự cố nước ngập và xói lở.

Căn cứ vào mực nước lũ lớn nhất điều tra được mà tính ra lưu lượng lớn nhất theo các công thức sau để từ đó đề ra biện pháp khắc phục, sửa chữa.

#### A. Cầu không bị ngập (chảy không áp)

1. Điều kiện:  $H_o < 1,2h_{mp}$  nếu là loại cửa thông thường;  $H_o < 1,4 h_{mp}$  nếu là loại cửa nâng cao (to rồi nhỏ dần).