

# Tích lũy và điều tiết nước trước công trình thoát nước đường ô tô trong điều kiện Việt Nam

TS. DƯƠNG TẮT SINH  
Học viện Kỹ thuật Quân sự

**Tóm tắt:** Ở Việt Nam, phương pháp đã biết trong tính toán công trình thoát nước ngang đường ô tô, có xét đến hiện tượng tích lũy nước trước công trình, chưa phải là tổng quát cho mọi hình dạng dòng chảy lũ. Vì vậy, trong bài viết này tác giả đề xuất bổ sung tính toán tích lũy và điều tiết nước trước công trình thoát nước ngang đường cho hình dạng lũ còn thiếu nhưng thường xảy ra với điều kiện địa hình và khí hậu Việt Nam.

**Abstract:** In Vietnam, known methods of calculating cross drainage works of highways, taking into consideration the phenomenon of water accumulation in front of work, not the general shape for all flood flows. Therefore, in this article the author propose additional calculations of water accumulation and water regulation in front of cross drainage works with the flood lacking shape but usually occurs with terrain conditions and the climate in Vietnam.

## 1. Mở đầu

Khi điều kiện địa hình cho phép, việc thiết kế công trình thoát nước ngang đường ô tô có xét đến hiện tượng tích lũy nước trước công trình là rất cần thiết và góp phần tiết kiệm chi phí đầu tư xây dựng.

Mặt khác, do ảnh hưởng của địa hình, điều kiện địa chất thủy văn, phân bố cư dân hoặc do yêu cầu bảo vệ cảnh quan và rừng tự nhiên, việc xây dựng các tuyến đường ô tô qua các vùng đồng ruộng trũng hoặc bằng phẳng là tương đối phổ biến. Đối với những tuyến đường như thế, tính toán thủy văn và xác định khẩu độ công trình thoát nước là tương đối phức tạp và cần phải kiểm soát được hiện tượng tích lũy nước trước công trình.

Tuy nhiên, vấn đề tính toán điều tiết lũ trước công trình thoát nước ngang đường ô tô còn có nhiều khó khăn. Phương pháp tính toán tích lũy nước trước công trình thoát nước được biết trong các tài liệu tính toán và thiết kế đường ô tô hiện nay [1;2;3], chưa phù hợp với điều kiện địa hình, đất đai và mưa lũ ở Việt Nam; lý do như sau:

Lý thuyết tính toán tích lũy nước trước công trình thoát nước ngang đường ô tô dựa trên cơ sở của công thức D.I. Kocherin và chỉ cho trường hợp giả thiết biểu đồ dòng chảy lũ có dạng gần với hình tam giác.

Ở Việt Nam, đối với các công trình thoát nước nhỏ và lưu vực có chiều dài không lớn, thời gian kéo dài của mưa có thể lớn hơn rất nhiều so với thời gian tập trung dòng chảy trên lưu vực, khi đó biểu đồ dòng chảy lũ có dạng gần với hình thang. Thí dụ, các công

trình thoát nước ngang đường ô tô đi qua khu vực miền Trung hoặc đi qua các khu vực địa hình bằng phẳng dưới chân đồi núi vùng trung du.

Đối với mặt cắt tính toán (tại công trình thoát nước nào đó), cơn mưa có thời gian cung cấp dòng chảy bằng thời gian tập trung dòng chảy trên lưu vực là cơn mưa có cường độ mưa lớn nhất nhưng không có nghĩa nó là cơn mưa cho tổng lượng dòng chảy lớn nhất nếu có xét đến tích lũy nước trước công trình.

Hiệu chỉnh của O.V.Andreev đối với đường thẳng (trên đồ thị minh họa tính toán tích lũy nước) của D.I. Kocherin [1;2;3] dựa trên cơ sở không cho phép giảm lưu lượng qua công trình thoát nước lớn hơn 1/3 lưu lượng lũ tính toán [3] là chưa hoàn toàn phù hợp điều kiện mưa lũ ở Việt Nam, vì còn tùy thuộc điều kiện địa hình cụ thể.

Như vậy, để đảm bảo an toàn trong thiết kế mới và kiểm toán lại các công trình thoát nước hiện có phù hợp với điều kiện địa hình cũng như mưa lũ ở Việt Nam, trong tính toán thoát nước ngang đường ô tô khi có xét đến hiện tượng tích lũy và điều tiết nước trước công trình, ngoài xét cho trường hợp lũ có biểu đồ dòng chảy gần với dạng hình tam giác, còn cần thiết phải xét bổ sung trường hợp lũ có biểu đồ dòng chảy gần với dạng hình thang và điều chỉnh lại phương pháp tính toán.

Để đảm bảo tính logic, tác giả trình bày đầy đủ cơ sở lý thuyết và phương pháp tính toán tích lũy nước trước công trình thoát nước ngang đường ô tô như dưới đây.

## 2. Khái quát về cơ sở lý thuyết tính toán tích lũy và điều tiết nước trước công trình thoát nước ngang đường ô tô

Xác định lưu lượng tính toán và khẩu độ công trình thoát nước có xét đến tích lũy nước trước công trình là dựa trên cơ sở của phương trình cân bằng thể tích dòng chảy. Ở mỗi thời điểm bất kỳ, tổng lượng dòng chảy tích lại trong hồ tích lũy  $W_{TL}$  bằng tổng lượng dòng chảy do mưa cung cấp  $W$  (ứng với tần suất vượt nào đó) trừ đi tổng lượng nước đã thoát qua công trình  $W_C$ :

$$W_{TL} = W - W_C \quad (1)$$

Trong tính toán điều tiết nước, phương trình (1) còn được biểu diễn dưới dạng:

$$W_{TL} = \int_{t_1}^{t_2} (Q_t - Q_{C,t}) dt \quad (2)$$

Trong đó:  $Q_t$  - Lưu lượng do dòng chảy của mưa cung cấp,  $Q_t = f(t)$

$Q_{C,t}$  - Lưu lượng chảy qua công trình điều tiết nước, nó phụ thuộc vào chiều cao mực nước hay thể tích nước trong hồ chứa  $Q_{C,t} = f_{W_{TL}}(t)$

$t$  - Thời gian;  $t_1$  và  $t_2$  - Các mốc thời gian ta xét

Từ (1) cho thấy, thể tích nước thoát qua công trình  $W_Q$  càng lớn thì thể tích hồ tích lũy  $W_{TL}$  càng nhỏ và ngược lại.

### 3. Các dạng lũ và vấn đề tính toán tích lũy nước trước công trình

Đối với tất cả các cơn mưa (cường độ mưa của mỗi cơn được xem gần đúng là không đổi) và đối với một mặt cắt tính toán cụ thể, có thể xảy ra ba trường hợp [4]:

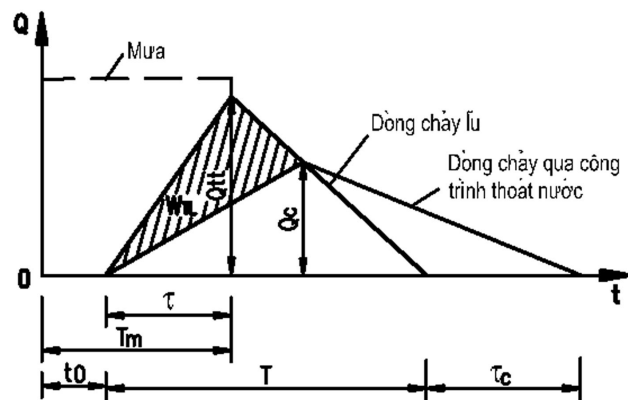
- Khi nước chảy từ điểm xa nhất của lưu vực đến mặt cắt tính toán cũng là lúc mưa kết thúc (biểu đồ dòng chảy lũ có dạng gần với hình tam giác).

- Khi nước chảy từ điểm xa nhất của lưu vực đến mặt cắt tính toán, mưa vẫn tiếp tục kéo dài (biểu đồ dòng chảy lũ có dạng gần với hình thang).

- Khi nước chảy từ điểm xa nhất của lưu vực chưa kịp đến mặt cắt tính toán thì mưa đã kết thúc (biểu đồ dòng chảy lũ có dạng gần với hình thang).

Trong ba trường hợp nói trên, trường hợp thứ nhất được lựa chọn để xác định lưu lượng tính toán  $Q_{tt}$  cho các công trình thoát nước đường ô tô, lý do là nó sẽ cho lưu lượng tính toán lớn nhất so với hai trường hợp còn lại. Tuy nhiên, khi xác định khẩu độ công trình thoát nước có xét đến tích lũy và điều tiết nước thì ngoài trường hợp thứ nhất, còn phải xét đến cả trường hợp thứ hai (như đặt vấn đề ở phần mở đầu). Trường hợp thứ nhất là trường hợp đã biết trong các tài liệu thiết kế đường ô tô, trường hợp thứ hai là trường hợp cần bổ sung trong tính toán. Trường hợp thứ ba là trường hợp không cần xét đến [4].

a. Khi lũ lên và xuống có dạng hình tam giác (trường hợp thứ nhất)



Hình 1: Sơ đồ tính toán tích lũy nước trước công trình trong trường hợp biểu đồ dòng chảy lũ có dạng hình tam giác

Trong trường hợp lũ lên và xuống có dạng gần với hình tam giác, tính toán tích lũy nước trước công trình đường ô tô được dựa trên cơ sở tính toán điều tiết lũ của D.I. Kocherin [2] đối với các hồ chứa nhỏ. Đỉnh cao nhất của lũ là lưu lượng tính toán  $Q_{tt}$ .

Ngoài biểu đồ của dòng chảy lũ, biểu đồ của dòng chảy qua công trình thoát nước cũng được xem gần đúng và có dạng gần với hình tam giác (Hình 1). Khi có tích lũy nước, lưu lượng lớn nhất của dòng chảy thoát qua công trình thoát nước  $Q_C$ , tương ứng với mực

nước (hay khi thể tích hồ tích lũy) là lớn nhất. Phần gạch chéo trên biểu đồ chính là thể tích hồ tích lũy nước trước công trình. Các ký hiệu còn lại trên hình vẽ như sau:  $\tau$  - Thời gian tập trung dòng chảy;  $t_0$  - Thời gian hình thành dòng chảy mặt (bao gồm thời gian cân bằng dòng thấm, làm ướt cây cỏ và lấp các gồ ghề của mặt đất);  $T$  - Thời gian duy trì dòng chảy lũ;  $\tau_C$  - Thời gian kéo dài của dòng chảy qua công trình thoát nước tính từ khi kết thúc dòng chảy lũ;  $T_m$  - Thời gian kéo dài của mưa.

Trên cơ sở của phương trình (2), ta có thể xác định thể tích hồ tích lũy nếu xét diện tích của  $\Delta ABC$  và  $\Delta ADC$  trong khoảng thời gian kéo dài  $T$  của dòng chảy lũ:

$$W_{TL} = S_{ABD} = S_{ABC} - S_{ADC}$$

$$\text{Vì tổng thể tích dòng chảy } W = S_{ABC} = \frac{1}{2} T Q_{tt}$$

$$\text{và } S_{ADC} = \frac{1}{2} T Q_C$$

$$\text{nên ta có: } W_{TL} = \frac{1}{2} T Q_{tt} \left( 1 - \frac{Q_C}{Q_{tt}} \right)$$

$$\text{hay } W_{TL} = W \left( 1 - \frac{Q_C}{Q_{tt}} \right) \quad (3)$$

Trong đó:  $W_{TL} = f(H)$  - Thể tích của hồ chứa, nó phụ thuộc vào chiều cao nước trong hồ tích lũy và điều kiện địa hình cụ thể

$W$  - Tổng thể tích của dòng chảy do mưa cung cấp (sau khi đã trừ mất mát), cách xác định  $W$  như đã biết trong các giáo trình tài liệu [1; 2; 3]

$Q_C$  - Giá trị lớn nhất của lưu lượng chảy qua công trình, nó phụ thuộc vào chiều cao nước trong hồ, khẩu độ và cấu tạo công trình thoát nước

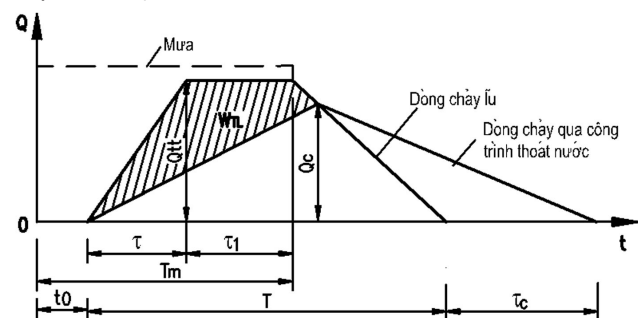
$Q_{tt}$  - Lưu lượng tính toán ứng với trường hợp thời gian cung cấp nước bằng thời gian tập trung dòng chảy trên lưu vực

Trong phương trình (3), tỷ số  $Q_C / Q_{tt}$  xác định quy mô của hồ tích lũy. Khi  $Q_C = Q_{tt}$  thì thể tích hồ chứa bằng "0". Trong phương trình (3) có hai ẩn số là  $W_{TL}$  và  $Q_C$ , để giải được ta cần bổ sung phương trình động lực học của dòng chảy:

$$Q_C = f(H; D) \quad (4)$$

Giá trị của  $Q_C$  ngoài phụ thuộc vào cột nước  $H$  và khẩu độ công trình  $D$ , nó còn phụ thuộc vào chế độ chảy (không áp, bán áp hay có áp) và cấu tạo công trình thoát nước.

b. Khi lũ lên và xuống có dạng hình thang (trường hợp thứ hai)



Hình 2: Sơ đồ tính toán tích lũy nước trước công trình trong trường hợp biểu đồ dòng chảy lũ có dạng hình thang

Khi biểu đồ của dòng chảy lũ lên và xuống có dạng hình thang (Hình 2), việc tính toán tích lũy nước trước công trình thoát nước đường ô tô cũng được xây dựng dựa trên cơ sở và nguyên tắc tính toán điều tiết lũ của D.I. Kocherin.

Biểu đồ của dòng chảy qua công trình thoát nước cũng được xem gần đúng là có dạng hình tam giác. Các ký hiệu trên hình vẽ tương tự như trong trường hợp thứ nhất. Ngoài ra,  $\tau_1$  là thời gian kéo dài của đỉnh lũ.

Xét diện tích hình thang ABCG và tam giác ADG trong khoảng thời gian kéo dài T của dòng chảy lũ, ta có thể tích hồ tích lũy:  $W_{TL} = S_{ABCD} = S_{ABC} - S_{ADG}$

$$\text{Vì } W = S_{ABCG} = \frac{1}{2}(T + \tau_1)Q_u \text{ và } S_{ADG} = \frac{1}{2}T.Q_C$$

$$\text{Nên } W_{TL} = \frac{1}{2}(T + \tau_1)Q_u \left(1 - \frac{T}{T + \tau_1} \frac{Q_C}{Q_u}\right)$$

$$\text{Hay } W_{TL} = W \left(1 - \frac{T}{T + \tau_1} \frac{Q_C}{Q_u}\right) \quad (5)$$

Đối với lưu vực và cơn mưa tính toán cụ thể, tỷ số  $T / (T + \tau_1)$  là không đổi và tỷ số  $Q_C / Q_{tt}$  xác định quy mô của hồ tích lũy nước.

Phương trình (5) chứa có hai ẩn số là  $W_{TL}$  và  $Q_C$ , để giải được ta bổ sung phương trình động lực học của dòng chảy (4).

c. Phương pháp giải bài toán xác định thể tích hồ tích lũy nước và khẩu độ công trình thoát nước ngang đường

Có nhiều cách giải cho cả hai trường hợp tính toán tích lũy nước nói trên. Dưới đây là một trong các cách có thể lập trình tính toán dễ dàng:

Từ chiều cao nền đường đắp và điều kiện địa hình hồ tích lũy, xây dựng biểu đồ quan hệ  $H = f(W_{TL})$ .

Giả thiết giá trị lưu lượng  $max Q_{C,gt}$  qua công trình thoát nước, thay vào công thức (3) hoặc (5), xác định  $W_{TL}$ .

Từ giá trị  $W_{TL}$  tính được, xác định chiều cao mực nước H trong hồ tích lũy dựa trên biểu đồ quan hệ  $H = f(W_{TL})$ .

Từ giá trị H, chọn cấu tạo công trình thoát nước và xác định chế độ chảy, xác định lưu lượng  $Q_C$  theo (4). Nếu giá trị của  $Q_C$  xấp xỉ hoặc bằng với giá trị  $Q_{C,gt}$  giả thiết là được, sai số không quá giới hạn cho phép (thông thường là dưới 5%). Trường hợp ngược lại, giả thiết lại  $Q_{C,gt}$  và lặp lại các bước tính trên.

Giá trị  $Q_C$  tìm được và giá trị  $W_{TL}$  tương ứng với nó là lời giải cần tìm. Nếu thể tích  $W_{TL}$  trong hồ tích lũy vượt quá quy mô cho phép, chọn lại cấu tạo công trình thoát nước và tính toán lại hoặc nâng chiều cao đắp của nền đường.

d. Xác định thời gian thoát nước cho hồ tích lũy nước trước công trình

Thời gian thoát nước toàn phần cho hồ tích lũy nước trước công trình cũng là một yếu tố quan trọng, nó có liên quan đến khả năng đảm bảo cho hồ tiếp nhận các cơn mưa tiếp theo (tùy theo khoảng cách

giữa các cơn mưa thực tế ở địa phương).

Một cách gần đúng, để xác định thời gian thoát nước toàn phần cho hồ tích lũy, ta xác định thời gian  $\tau_C$  (Hình 1 và Hình 2) bằng cách xét cân bằng thể tích nước của dòng chảy lũ W và thể tích nước thoát qua công trình thoát nước  $W_Q$  tính đến thời điểm kết thúc dòng chảy hoàn toàn.

e. Vấn đề lựa chọn cơn mưa tính toán cho tính toán tích lũy nước trước công trình.

Trường hợp lũ lên và xuống có dạng hình tam giác, cơn mưa tính toán là cơn mưa cho thời gian cung cấp dòng chảy bằng thời gian tập trung dòng chảy từ điểm xa nhất của lưu vực đến mặt cắt đặt công trình thoát nước.

Trường hợp lũ lên và xuống có dạng hình thang, việc xác định cơn mưa tính toán sẽ khó khăn hơn nhiều. Khi đó, ta phải loại trừ để lựa chọn cơn mưa cho tổng lượng dòng chảy lớn nhất. Muốn vậy, ta phải dựa trên cơ sở biểu đồ dòng chảy, đỉnh lũ  $Q_{tt}$ , thời gian hình thành dòng chảy  $t_0$ , thời gian tập trung dòng chảy  $\tau$ , thời gian duy trì đỉnh lũ  $\tau_1$  và thời gian duy trì dòng chảy T. Do giới hạn cho phép, việc xây dựng biểu đồ dòng chảy, xác định cơn mưa tính toán và các thông số trên, tác giả sẽ trình bày trong bài tiếp theo.

#### 4. Kết luận

- Đối với công trình đường ô tô qua các khu vực địa hình có nhiều khả năng tích nước ở thượng lưu khi mưa lũ kéo dài, việc tính toán công trình thoát nước có xét đến hiện tượng tích lũy nước và kiểm soát nó trước công trình là rất cần thiết.

- Trong điều kiện địa hình và mưa lũ của Việt Nam, bổ sung lũ với biểu đồ dòng chảy có dạng gần với hình thang trong tính toán tích lũy nước trước công trình thoát nước ngang đường ô tô và điều chỉnh phương pháp tính toán như trình bày trên là cần thiết.

- Để lựa chọn được cơn mưa tính toán phù hợp với tính toán tích lũy nước trước mỗi công trình thoát nước ngang đường ô tô, ta cần xây dựng được biểu đồ dòng chảy do các cơn mưa khác nhau có thể tạo ra để có cơ sở so sánh □

#### Tài liệu tham khảo

[1]. Nguyễn Xuân Trục, *Thiết kế đường ô tô - Công trình vượt sông*, Tập 3, NXB. Giáo dục, 2000.

[2]. М.Н. Кудрявцев, В.Е. Каганович, *Изыскания и проектирование автомобильных дорог*, М., Транспорт, 1966.

[3]. В.Ф. Бабков, О.В. Андреев, М.С., *Замахаев, Проектирование автомобильных дорог*, М., Транспорт, 1987.

[4]. *Изыскание и проектирование аэродромов*, Под ред. Проф. Доктора технических наук Г. И. Глушкова, М., Транспорт, 1981.

Ngày nhận bài: 25/3/2014

Ngày chấp nhận đăng: 15/4/2014

Người phản biện: GS. TS. Vũ Đình Phụng

PGS. TS. Trần Thị Kim Đăng