Công trình thuỷ lợi – Thiết kế công trình bảo vệ bờ sông để chống lũ

Hydraulic structure – Design of river bank flood protection structures

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này được áp dụng để thiết kế các công trình bảo vệ bờ sông phục vụ công tác phòng, chống lũ, lụt trong tất cả các giai đoạn đầu tư xây dựng công trình.

2 Một số quy định chung và phân loại công trình bảo vệ bờ sông

2.1 Một số quy định chung

Khi thiết kế các công trình bảo vệ bờ sông phải đáp ứng các nguyên tắc sau:

- Ứng dụng các thành tựu khoa học, các tiến bộ kỹ thuật mới và các kinh nghiệm thực tế;
- Tận dụng vật liệu tại chỗ, phù hợp với kinh phí, nhân lực và phương tiện thi công;
- Đảm bảo công trình xây dựng trước mắt không mâu thuẫn với lâu dài, không ảnh hưởng xấu tới các công trình khác và lợi ích của các ngành kinh tế khác.

Cấp của công trình bảo vệ bờ sông:

a) Cấp của công trình bảo vệ bờ sông được xác định tùy thuộc vào cấp đê theo quy chuẩn phân cấp đê hiện hành được bảo vệ nêu trong Bảng 1 dưới đây:

Bảng 1 - Xác định cấp công trình bảo vệ bờ theo cấp đê

Cấp đê	Cấp của công trình bảo vệ bờ
Đặc biệt	III
I	III
II	IV
III	IV
IV, V	IV

b) Ở những vùng chưa có đê, dựa vào tầm quan trọng về kinh tế, chính trị và xã hội để xác định cấp công trình bảo vệ bờ sông, theo quy định pháp luật, tiêu chuẩn, quy chuẩn hiện hành về xây dựng và việc phân cấp công trình xây dựng;

c) Khi công trình bảo vệ bờ cấu thành một bộ phận của mặt cắt đê, thì cấp công trình bảo vệ bờ sông được lấy bằng cấp đê đó.

Hệ số ổn định cho phép của công trình bảo vệ bờ được lấy bằng hệ số ổn định cho phép của đê có cấp tương đương.

2.2 Phân loại công trình bảo vệ bờ sông để chống lũ

Công trình bảo vệ bờ sông được phân thành 3 loại sau:

- Kè lát mái: gia cố trực tiếp lên mái bờ sông nhằm chống xói lở do tác động của dòng chảy và sóng;
- Kè mỏ hàn: nối từ bờ sông nhằm hướng dòng chảy ra xa bờ gây bồi lắng và cải tạo bờ sông theo tuyến chỉnh trị;
- Kè mềm: là loại kè không kín nước (còn gọi là kè xuyên thông) nhằm giảm tốc độ dòng chảy, gây bồi lắng và chống xói đáy.

Bước thiết kế công trình bảo vệ bờ để chống lũ phải được tiến hành theo các quy định hiện hành về quản lý đầu tư xây dựng công trình. Đối với các trường hợp khẩn cấp cần thực hiện theo quy định hiện hành tương ứng trong các trường hợp khẩn cấp được pháp luật quy định.

Đối với những công trình bảo vệ bờ sông quan trọng, đặc biệt là đối với kè mỏ hàn có thể thí nghiệm mô hình để xác định các thông số kỹ thuật tối ưu làm cơ sở cho thiết kế. Chủ đầu tư quyết định việc thí nghiệm mô hình đối với từng công trình cụ thể.

"Đê" trong tiêu chuẩn này là công trình ngăn nước lũ của sông hoặc ngăn nước biển, được cơ quan nhà nước có thẩm quyền phân loại, phân cấp theo quy định của pháp luật, theo quy định tại khoản 1 Điều 3 của Luật Đê điều.

3 Tài liệu phục vụ thiết kế công trình bảo vệ bờ

3.1 Tài liệu địa hình

- Bình đồ cao độ tỷ lệ từ 1/2000 đến 1/5000 dùng để lập tổng mặt bằng công trình;
- Bình đồ cao độ tỷ lệ 1/500 tại vị trí công trình;
- Mặt cắt ngang tỷ lệ đứng từ 1/100 đến 1/200, tỷ lệ ngang từ 1/1000 đến 1/2000 và khoảng cách giữa các mặt cắt ngang là 20 m;
- Các mốc cao độ, tọa độ kèm theo các sơ họa và số liệu cần thiết;
- Đối với giai đoạn thiết kế kỹ thuật thi công phải sử dụng các tài liệu địa hình được đo vẽ không quá 3 tháng tính đến thời điểm để thiết kế.

3.2 Địa chất công trình

Cần phải lập bình đồ và mặt cắt địa tầng các tài liệu thí nghiệm, các đặc trưng cơ lý của đất bờ, bãi, lòng sông. Việc khảo sát địa chất công trình được quy định như sau:

- Biện pháp thăm dò có thể tiến hành bằng hố đào, khoan tay, khoan máy hoặc xuyên kết hợp khoan;
- Lưới các hố khoan, đào, xuyên tùy theo tình hình sạt lở bờ và địa tầng của bờ bãi và lòng sông mà bố trí cụ thể để mô tả được đầy đủ tình hình địa chất, trong phạm vi trực tiếp và vùng ảnh hưởng của công trình bảo vệ bờ sông;
- Độ sâu thăm dò phải sâu hơn đáy lòng xói 0,2H (H là chiều sâu xói tính từ mặt bờ sông cần bảo vệ).

3.3 Thủy văn công trình và thủy lực

Cần thu thập các tài liệu thủy văn dùng cho thiết kế (ít nhất của 3 trạm: thượng lưu, hạ lưu và tại gần công trình) như sau:

- Lưu lượng lớn nhất (m^3/s);
- Mực nước lũ lớn nhất (m);
- Lưu lượng tạo lòng (m^3/s), (xem Phụ lục A);
- Mực nước ứng với lưu lượng tạo lòng (m);
- Mực nước kiệt ứng với tần suất 95 % (m);
- Hàm lượng ngậm cát lớn nhất, trung bình, nhỏ nhất (kg/m^3);
- Đường kính hạt bình quân của bùn cát đáy (mm);
- Độ dốc mặt nước mùa lũ, mùa nước trung và mùa kiệt;
- Mực nước thiết kế đê, cao trình đỉnh đê, cao trình bãi giả (m);
- Tốc độ dòng chảy lớn nhất.

Trường hợp khu vực xây dựng công trình không có trạm đo thủy văn, thì cần phải tính toán số liệu thực đo của các trạm đo ở thượng, hạ lưu gần nhất.

Tính toán các thông số thủy văn, các đặc trưng thủy lực cần thiết để thiết kế tương ứng với cấp công trình.

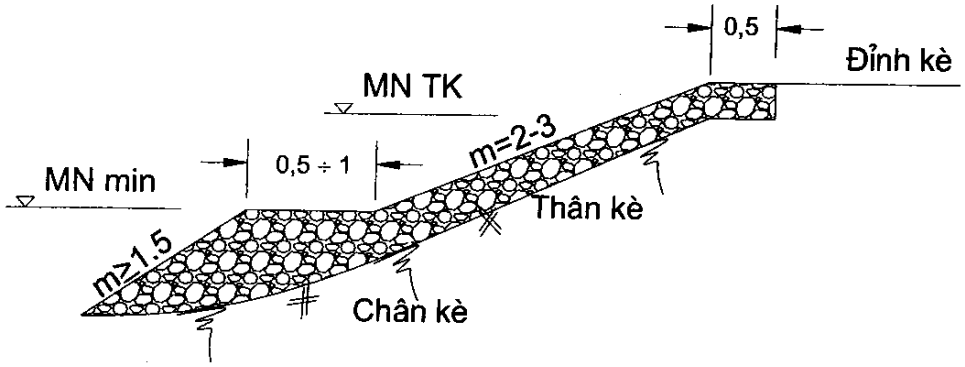
Ngoài những tài liệu trên, còn phải tuân thủ các quy định về tài liệu thiết kế công trình có liên quan.

4 Cấu tạo và các tiêu chuẩn kỹ thuật của công trình bảo vệ bờ sông

4.1 Thiết kế kè lát mái

4.1.1 Cấu tạo của kè lát mái

Kè lát mái gồm ba bộ phận chính: chân kè, thân kè và đỉnh kè (xem Hình 1 - Cấu tạo kè lát mái).



CHÚ DẪN:
MN min: mực nước thấp nhất;
MN TK: Mực nước thiết kế kè;
m: ký hiệu mái dốc kè lát mái, trị số sau ký hiệu m gọi là hệ số mái dốc không có đơn vị.
Các kích thước gi trên bản vẽ có đơn vị là m.

Hình 1 - Cấu tạo kè lát mái

a) Chân kè: là phần đáy ở chân mái dốc, có tác dụng chống xói chân mái dốc và làm nền tựa cho thân kè.

b) Đỉnh kè: là phần nằm ngang phía trên cùng của kè, có tác dụng bảo vệ thân kè đối với tác động của dòng chảy mặt và các tác động khác; đồng thời có thể kết hợp đường quản lý, bảo vệ.

c) Thân kè: là phần kể từ đỉnh chân kè tới đỉnh kè: thân kè chịu tác động của dòng chảy, sóng, áp lực nước và áp lực dòng thấm.

4.1.2 Vị trí, phạm vi và quy mô kè lát mái

- Vị trí, phạm vi, quy mô kè lát mái phải xác định bằng tính toán thuỷ lực và ổn định hoặc theo kết quả thí nghiệm mô hình thuỷ lực kết hợp với quan trắc, khảo sát thực địa. Khi lập dự án phải xác định đúng vị trí, phạm vi và quy mô của kè lát mái;

- Khi lập thiết kế kỹ thuật phải cụ thể hóa kích thước và phải căn cứ vào những điều kiện phát sinh mới từ khi lập dự án đến khi lập thiết kế kỹ thuật để có những bổ sung, điều chỉnh cần thiết;

- Trường hợp cần xử lý đột xuất, cục bộ, cần căn cứ vào tình hình xói lở thực tế để xác định vị trí, phạm vi và quy mô.

4.1.3 Thiết kế chân kè lát mái

Khi thiết kế chân kè phải tuân thủ những quy định sau đây:

a) Kết cấu và vật liệu xây dựng chân kè phải thỏa mãn yêu cầu:

- Đảm bảo ổn định của chân kè và công trình;
- Chống được sự kéo trôi của dòng chảy và dòng bùn cát đáy;
- Phải thích ứng với sự biến hình của lòng sông;
- Phải chống được sự xâm thực của nước;
- Thuận lợi cho việc thi công trong nước.

b) Cao trình đỉnh chân kè: được lấy cao hơn mực nước kiệt ứng với tần suất 95 % với độ gia thăng bằng 0,50 m. Đồng thời đối chiếu với mực nước sông tại thời điểm khảo sát phục vụ lập thiết kế bản vẽ thi công để lựa chọn cho phù hợp.

c) Kích thước vật liệu:

Đường kính viên đá bằng đá hộc thả rời được xác định theo công thức (1) và công thức (2):

$$\eta . U = K . 5,45 . h^{0,14} . d^{0,36} \qquad (1)$$

trong đó:

η là hệ số ổn định cho phép của công trình bảo vệ bờ được lấy bằng hệ số ổn định cho phép của đê có cấp tương đương;

U là lưu tốc bình quân thủy lực lớn nhất thực đo (m/s);

K là hệ số được xác định theo công thức (2);

h là chiều sâu của viên đá tính toán (m);

d là đường kính viên đá (m).

$$K = \sqrt{\frac{m_0 . \sin\theta}{1+m^2}} + \sqrt{\frac{m^2 - m_0^2 . \cos^2\theta_0}{1+m^2}} \qquad (2)$$

trong đó:

m là hệ số mái dốc (không đơn vị) của chân kè;

m_0 là hệ số mái tự nhiên của đá thả rời trong nước;

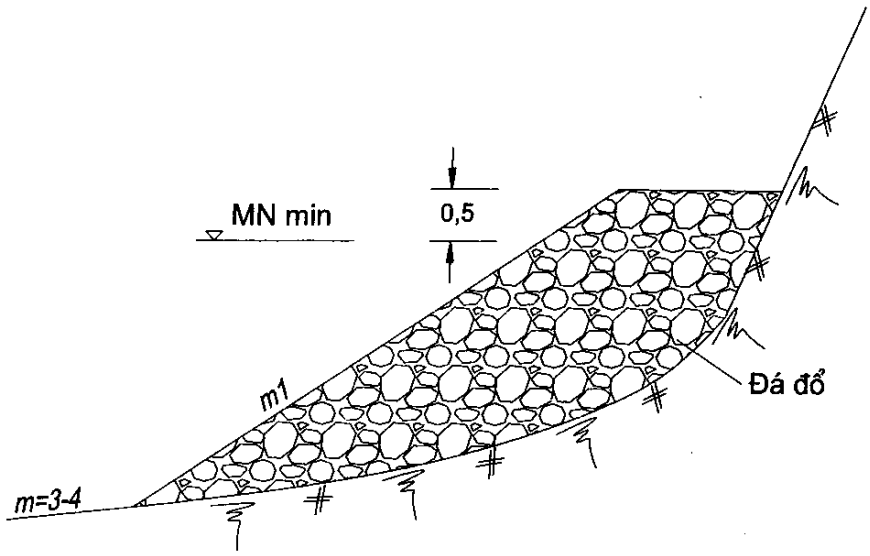
θ là góc hợp bởi đường mép nước và hình chiếu hướng chảy của dòng nước lên mái dốc, độ;

Trường hợp dòng nước húc thẳng vào tuyến bờ, lấy K = 0,6 đến 0,9;

Hệ số mái dốc chân kè không nên chọn nhỏ hơn 1,5.

d) Đáy chân kè:

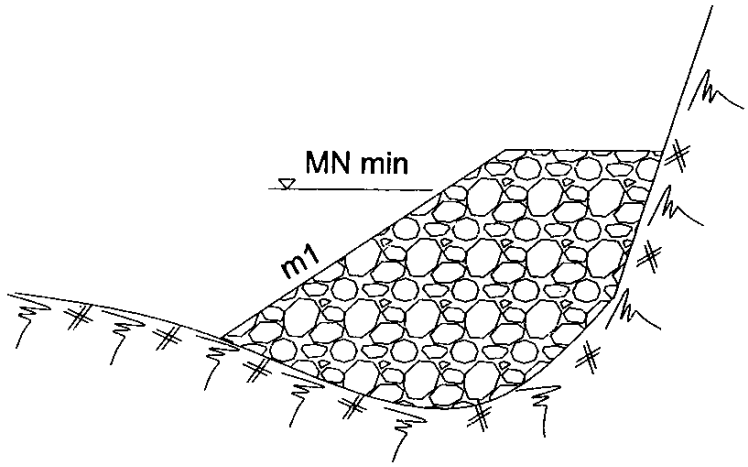
- Khi tốc độ dòng chảy nhỏ hơn 2 m/s, đường lạch sâu cách xa bờ, không có vực sâu nằm trong phạm vi xây dựng kè, nên kéo dài chân kè tới chỗ mái bờ có hệ số mái dốc từ 3 đến 4 (xem Hình 2);



CHÚ DẪN:
MN min : Mực nước thấp nhất.
m, m1 : ký hiệu mái dốc trị số sau ký hiệu m gọi là hệ số mái dốc không có đơn vị.
Các kích thước ghi trên bản vẽ có đơn vị là m.

Hình 2 - Minh hoạ hình thức chân kè lát mái đường lạch sâu cách xa bờ

- Khi dòng chảy thúc thẳng vào tuyến bờ, đường lạch sâu gần bờ, có vực sâu nằm trong vùng xây dựng kè, nên kéo chân kè tới lạch sâu (xem Hình 3).



CHÚ DẪN:
MN min : Mực nước thấp nhất.
m1 : ký hiệu mái dốc.

Hình 3 - Ví dụ hình thức chân kè lát mái đường lạch sâu nằm trong vùng xây dựng kè

e) Vị trí thả đá: khi thả đá trong nước, vị trí viên đá (Hình 4) được xác định theo công thức (3)

$$\frac{L}{h} = \frac{u}{\omega} \qquad (3)$$

trong đó:

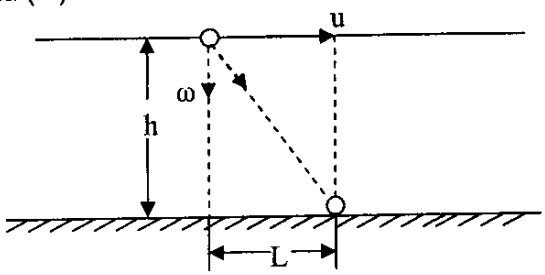
ω là tốc độ chìm của viên đá theo chiều thẳng đứng (m/s); với trọng lượng riêng của đá là 2,65 T/m^3 thì: ω = 4,2.d (m/s);

u là lưu tốc thực đo của dòng nước (m/s)

L là khoảng cách nằm ngang kể từ vị trí trước và sau khi thả viên đá (m);

h là độ sâu nước (m);

d là đường kính viên đá (m).

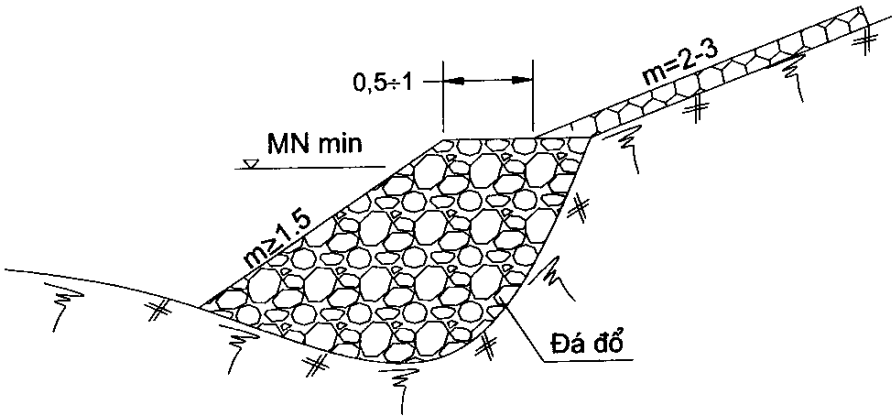


Hình 4 - Mô phỏng vị trí thả đá

f) Kết cấu chân kè:

- Thường sử dụng đá hộc, rọ đá, rồng đá hoặc bè chìm làm chân kè; trong một số trường hợp có thể sử dụng ống buy, trong thả đá hộc; bao tải đất hoặc bao tải cát tạo mái, phía ngoài được bảo vệ bằng đá hộc, rọ đá, rồng đá hoặc các tấm, khối bê tông có liên kết, ...;

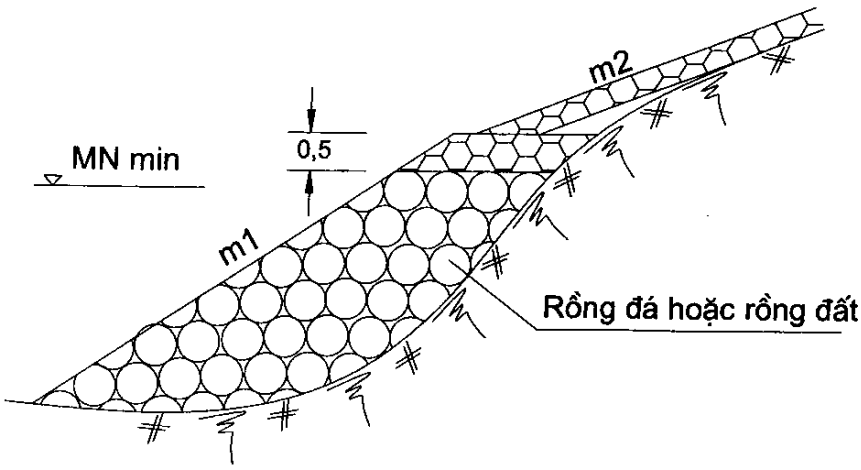
- Cấu tạo chân kè bằng đá thả rời được mô tả ở Hình 5;



CHÚ DẪN:
MN min : Mực nước thấp nhất.
m : ký hiệu mái dốc trị số sau ký hiệu m gọi là hệ số mái dốc không có đơn vị.
Các kích thước gi trên bản vẽ có đơn vị là m.

Hình 5 - Chân kè bằng đá đổ

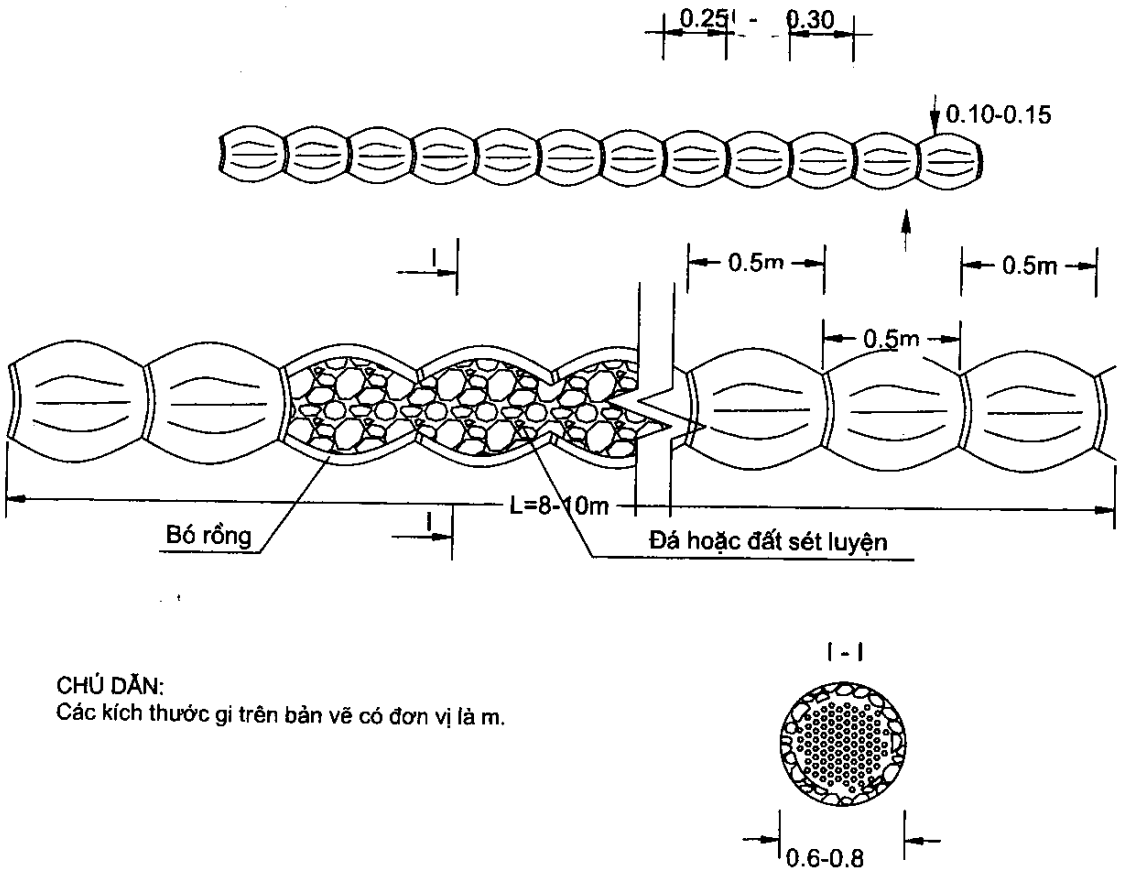
- Trường hợp đường kính viên đá thực tế không đáp ứng yêu cầu thiết kế, có thể dùng rồng đá, rồng đất sét hoặc rồng cát, ...làm chân kè (Hình 6);



CHÚ DẪN:
MN min : Mực nước thấp nhất.
m1, m2 : ký hiệu mái dốc.
Các kích thước gi trên bản vẽ có đơn vị là m.

Hình 6 - Chân kè bằng rồng

- Kết cấu rồng được trình bày ở Hình 7.

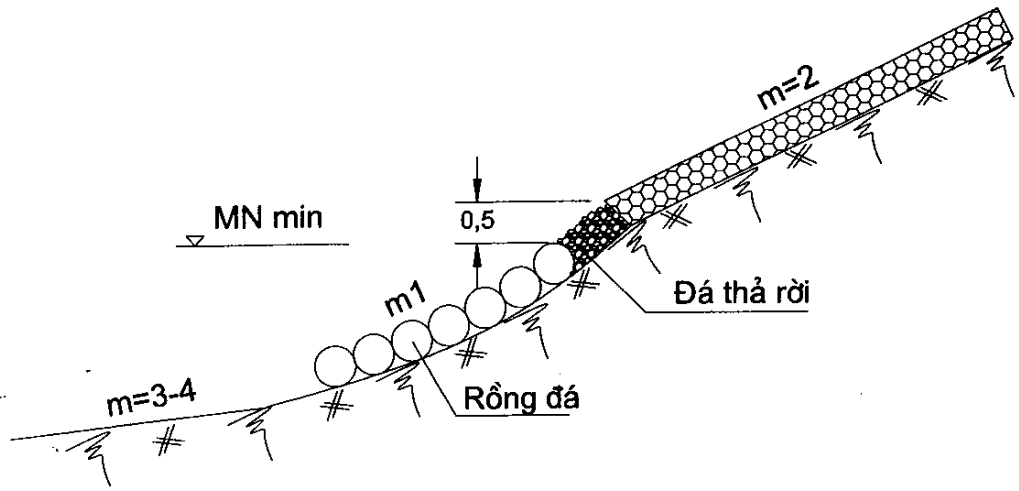


CHÚ DẪN:
Các kích thước gi trên bản vẽ có đơn vị là m.

Hình 7 - Kết cấu rồng

- Trường hợp đáy chân kè nằm ở lòng sông có trị số hệ số mái dốc nhỏ hơn từ 3 đến 4 (m1 < 3 đến 4) cần phải thả một lớp rồng hoặc bè chìm để chống xói (Hình 8). Rồng và bè chìm phải thả đạt tới nơi đáy sông có hệ số mái dốc bằng tự nhiên từ 3 đến 4.

Theo kinh nghiệm, có thể chọn mái dốc chân kè m_1 = 1,5 đến 2,0.



CHÚ DẪN:
MN min : Mực nước thấp nhất.
m, m1 : ký hiệu mái dốc, trị số sau ký hiệu m gọi là hệ số mái dốc không có đơn vị.
Các kích thước gi trên bản vẽ có đơn vị là m.

Hình 8 - Chống xói chân kè bằng rồng hoặc bè chìm

4.1.4 Thiết kế thân kè lát mái

Khi thiết kế thân kè phải tuân theo những quy định sau:

a) Kết cấu và vật liệu làm thân kè phải bảo đảm các yêu cầu:

- Đảm bảo ổn định của thân kè và công trình;
- Chống được sự kéo trôi của dòng chảy và sóng;
- Chống được xói ngầm bờ sông do dòng thấm;
- Chống được sự phá hoại do các vật trôi.

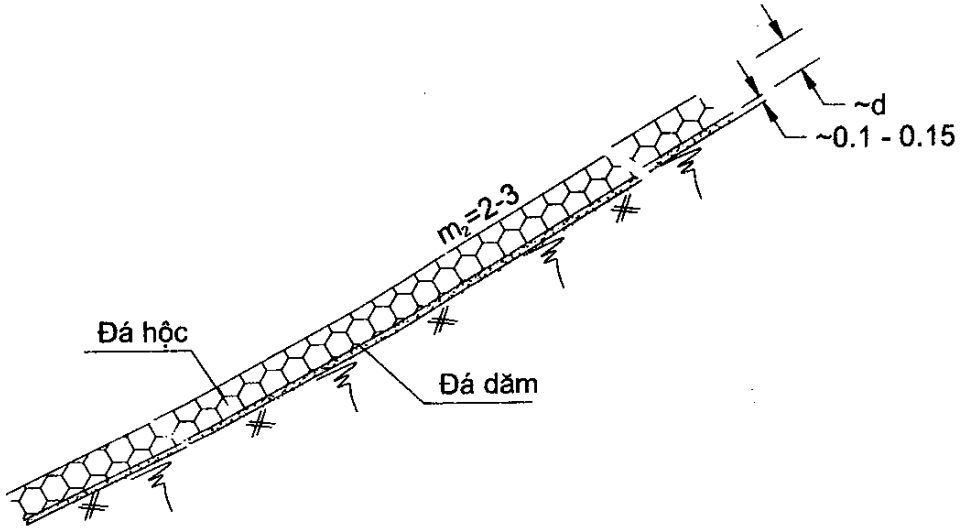
b) Vật liệu làm thân kè:

- Thường dùng là đá hộc lát, đá lát chít mạch, đá xây, bê tông; đá lát trong khung đá xây hoặc khung bê tông, bê tông cốt thép,...
- Không nên đắp đất tạo mái kè; đối với những vị trí mái kè bị sạt lở cục bộ, có thể tạo mái bằng bao tải đất, đá đổ,...
- Khi tốc độ dòng chảy lớn hơn 5 m/s và có yêu cầu đặc biệt về mỹ quan mà sử dụng vật liệu khác để làm thân kè, phải có căn cứ kinh tế và kỹ thuật.
- Khi tốc độ dòng chảy nhỏ hơn 1,5 m/s và thời gian ngập nước ít, có thể áp dụng biện pháp trồng cỏ;

c) Kết cấu thân kè bằng đá hộc lát khan được quy định như sau:

- Hệ số mái dốc thân kè thường bằng 2 đến 3 và phải dựa vào tính toán ổn định thân kè;

- Đá hộc phải xếp đứng và chèn chặt;
- Dưới lớp đá hộc là lớp lọc, thường làm bằng đá dăm dày từ 0,10 m đến 0,15 m và vải lọc địa kỹ thuật;
- Kết cấu thân kè bằng đá lát khan được mô tả trong Hình 9;



CHÚ DẪN:
m_2 : ký hiệu mái dốc, trị số sau ký hiệu m gọi là hệ số mái dốc không có đơn vị.
Các kích thước ghi trên bản vẽ có đơn vị là m.

Hình 9 - Kết cấu thân kè

- Đường kính đá lát thân kè được xác định theo hai điều kiện:
  - Chống được tác động của dòng chảy: đường kính viên đá được xác định theo khoản c) Điều 4.1.3 (kích thước vật liệu);
  - Chống được tác động của sóng: đường kính viên đá được xác định theo công thức (4)

$$d = \eta . d_0 . h_s . \sqrt[3]{\lambda} . \frac{\gamma}{\gamma_d - \gamma} \qquad (4)$$

trong đó:

d là đường kính viên đá (m);

η là hệ số ổn định cho phép của công trình bảo vệ bờ được lấy bằng hệ số ổn định cho phép của đê có cấp tương đương;

d_0 là hệ số phụ thuộc vào mái dốc thân kè.

Khi $m_2 = 2$ thì $d_0 = 0,13$

Khi $m_2 = 3$ thì $d_0 = 0,11$

γ_d, γ là trọng lượng riêng của đá và của nước (T/m^3);

λ là tỷ số giữa chiều dài và chiều cao sóng;

h_s là chiều cao sóng được xác định theo công thức (5)

$$h_s = 0,0208 . W^{5/4} . D1^{/3} \qquad (5)$$

trong đó :

W là tốc độ gió (m/s);

D là đà gió (km).

Từ kết quả tính toán theo hai điều kiện trên, chọn trị số đường kính viên đá lớn nhất để thiết kế thân kè.

d) Kết cấu thân kè bằng đá chít mạch được quy định như sau:

- Đường kính viên đá được xác định theo khoản c) điều này, trong đó trị số d_0 được lấy giảm đi 25 % so với trị số ghi ở khoản c) điều này và phải bố trí lỗ thoát nước thấm;
- Việc thiết kế kết cấu thân kè tuân theo quy định ở khoản c) điều này;
- Cần phải kiểm tra ổn định đẩy nổi theo công thức (6).

e) Kết cấu thân kè bằng tấm bê tông được quy định như sau:

- Có thể dùng các tấm bê tông thường hoặc bê tông cốt thép đúc sẵn hoặc đổ tại chỗ trên mái bờ sau khi đã làm xong tầng lọc ngược;
- Phải bố trí các khe co giãn giữa các tấm bê tông, khe co giãn được nhét chặt bằng hỗn hợp cát – nhựa đường hoặc dây đay tẩm nhựa đường.
- Có thể chọn kích thước các tấm bê tông như sau:

  Bê tông thường: 0,5 m x 0,5 m x 0,2 m hoặc 1,0 m x 1,0 m x 0,2 m;

  Bê tông cốt thép: 2,0 m x 2,0 m x 0,1 m.

- Đối với kè cấp III, chịu tác động mạnh của dòng chảy và sóng, cần kiểm tra độ dày tấm bê tông theo công thức (6)

$$d_b = 0{,}108.h_s.\eta \sqrt[3]{\frac{\gamma}{\gamma_b - \gamma}.\frac{L}{m.B}} \qquad (6)$$

trong đó:

d_b là chiều dày tấm bê tông (m);

h_s là chiều cao sóng tính theo công thức (5) (m);

γ_b là trọng lượng riêng của bê tông (T/m^3);

γ là trọng lượng riêng của nước (T/m^3);

m là hệ số mái dốc;

B là chiều rộng tấm bê tông (m);

L là chiều dài tấm bê tông theo chiều vuông góc với đường bờ (m);

η là hệ số ổn định cho phép được xác định theo quy định tại Điều 2.1.

- Với mái bờ là đất thịt chắc nên chọn chiều dày lớp lọc bằng đá dăm dày 0,10 m. Với mái bờ là cát hoặc pha cát, nên chọn chiều dày lớp lọc là 0,15 m. Có thể dùng hỗn hợp cát - sỏi để làm lớp lọc, trường hợp này bề dày lớp cát lọc được lấy bằng hai lần chiều dày lớp dăm.

f) Phải kiểm tra ổn định chống đẩy nổi của thân kè bằng đá hộc chít mạch và tấm bê tông theo công thức (6)

$$P_n \leq d_b . \gamma_b . \cos\alpha \qquad (7)$$

trong đó:

P_n là áp lực đẩy nổi của nước tác dụng lên đá hoặc tấm bê tông (T/m^3);

d_b là chiều dày lớp gia cố (m);

γ_b là trọng lượng riêng của lớp gia cố (T/m^3);

α là góc nghiêng mái bờ so với mặt phẳng nằm ngang.

4.1.5 Thiết kế đỉnh kè

Bề rộng đỉnh kè thường được lấy bằng 1,0 m đến 2,0 m, bê tông lát đỉnh kè dày 0,3 m. Trường hợp kết hợp đường quản lý, bảo vệ, đường giao thông nông thôn thì chiều rộng được xác định theo yêu cầu quản lý.

Tùy đặc điểm cấu tạo của kè và khu vực, có thể bố trí rãnh thoát nước dọc đỉnh kè và các rãnh thoát nước ngang mái kè.

Chiều dày và cấu tạo tầng lọc ngược của phần đỉnh kè được lấy tương tự như ở phần thân kè.

4.1.6 Trình tự thi công kè lát mái

- Thi công phần thân kè;
- Bạt mái bờ sông;
- Thi công phần thân kè và đỉnh kè.

4.2 Thiết kế kè mỏ hàn

4.2.1 Kè mỏ hàn cứng được sử dụng trong những trường hợp sau:

- Ở những đoạn sông có chiều rộng mặt nước của mực nước tạo lòng lớn hơn 200 m ứng với lưu lượng tạo lòng được xác định theo Phụ lục A của tiêu chuẩn này;
- Ở những đoạn sông đã xác định tuyến chỉnh trị;
- Kè mỏ hàn phải được thiết kế thành hệ thống, mỗi hệ thống kè mỏ hàn phải có từ hai mỏ hàn trở lên;
- Không gây ảnh hưởng xấu tới lợi ích của giao thông vận tải thủy và các ngành kinh tế khác.

4.2.2 Cơ sở cho việc thiết kế kè mỏ hàn

Nhất thiết phải khảo sát và phân tích tình hình diễn biến của dòng sông tại khu vực trực tiếp bị xói lở và các khu vực bị ảnh hưởng về phía thượng lưu và hạ lưu trên các mặt sau đây:

- Tài liệu địa hình và sự diễn biến theo thời gian gồm các mặt cắt ngang sông và bình đồ;
- Sự diễn biến mặt bằng lạch sông, bãi sông;
- Quá trình xói lở bờ và các quá trình thành tạo bãi bồi;
- Bản đồ phân bố lưu tốc dòng chảy trên mặt bằng, mặt cắt ngang, mặt cắt dọc (bản đồ phân bố lưu tốc hai chiều, ba chiều).

Từ tài liệu và phân tích trên, cần phải rút ra quy luật diễn biến của đoạn sông, dự báo xu thế phát triển, tốc độ phát triển, quy mô phát triển của việc xói lở và bồi lắng tương ứng với chế độ lưu lượng và mực nước.

4.2.3 Các thông số kỹ thuật cơ bản của kè mỏ hàn cứng

Các thông số kỹ thuật phải được xác định bao gồm:

- Phạm vi bờ sông cần bảo vệ bằng kè mỏ hàn;
- Số lượng và vị trí các kè mỏ hàn;
- Kích thước cơ bản trên mặt bằng của kè:
  - Cao trình đỉnh;
  - Chiều dài;
  - Góc lệch;
  - Khoảng cách giữa các mỏ hàn.
- Kết cấu của mỏ hàn;
- Vật liệu làm mỏ hàn.

4.2.4 Phạm vi bờ sông cần bảo vệ bằng kè mỏ hàn

Việc xác định phạm vi bảo vệ bờ sông cần bảo vệ bằng kè mỏ hàn phải dựa vào tài liệu khảo sát và phân tích theo 4.2.2.

4.2.5 Vị trí, số lượng, kích thước của kè mỏ hàn

Vị trí, số lượng, kích thước của kè mỏ hàn phải được xác định trên cơ sở tính toán thuỷ lực cũng như kinh nghiệm ở các kè khác có điều kiện tương tự;

Đối với những kè lớn, quan trọng, hoặc trong điều kiện diễn biến phức tạp, phải thí nghiệm mô hình thuỷ lực để xác định.

4.2.6 Kích thước cơ bản của kè mỏ hàn được xác định như sau

a) Góc lệch (α) của kè mỏ hàn là góc hợp bởi trục mỏ hàn và phương của dòng chảy ứng với mực nước tạo lòng. Được phép chọn góc lệch (α) hợp bởi trục mỏ hàn và tuyến bờ được nối từ gốc mỏ hàn thiết kế và mỏ hàn hạ lưu tiếp đó. Đối với mỏ hàn cuối cùng của hệ thống mỏ hàn là tuyến bờ, đường bờ hạ lưu.

Có thể phân loại kè mỏ hàn cứng thành ba loại nêu trong Bảng 2.

Bảng 2 - Phân loại kè theo góc lệch α

Loại mỏ hàn	Góc lệch (độ)
Xuôi	$< 90^0$
Thẳng góc	$= 90^0$
Ngược	$> 90^0$

Mỏ hàn thẳng góc với bờ thường được sử dụng ở vùng có dòng chảy hai chiều (vùng chịu ảnh hưởng của thủy triều), ở vùng chỉ có dòng chảy một chiều, nên chọn góc lệch kè từ 65^0 đến 80^0.

b) Chiều dài kè mỏ hàn cứng là khoảng cách kể từ bờ tới tuyến chỉnh trị.

c) Khoảng cách giữa hai mỏ hàn là chiều dài tuyến bờ giữa hai gốc mỏ hàn. Vị trí mỏ hàn hạ lưu phải nằm trong phạm vi ảnh hưởng của mỏ hàn thượng lưu để tranh dòng nước đâm vào bờ sông. Khoảng cách giữa hai mỏ hàn có thể xác định như sau:

Khi $R \geq$ (5 đến 6).B ; chọn L = (3 đến 4).l_t.sinα;

Khi $R <$ (5 đến 6).B ; chọn L = (2 đến 3).l_t.sinα;

Khi bờ lồi: chọn L = (5 đến 8).l_t.sinα ;

trong đó:

L là khoảng cách giữa hai kè mỏ hàn (m);

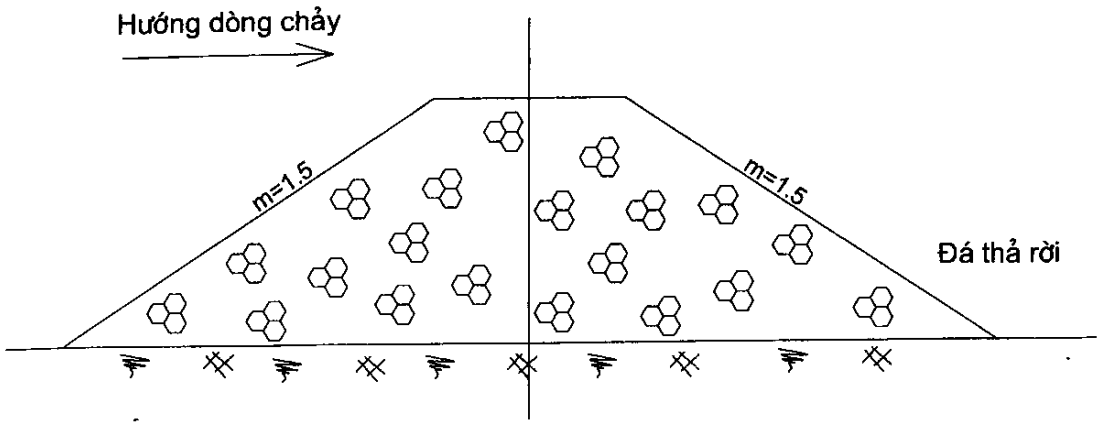
l_t là chiều dài kè mỏ hàn ở thượng lưu (m);

α là góc lệch mỏ hàn được xác định theo khoản a) điều này (độ);

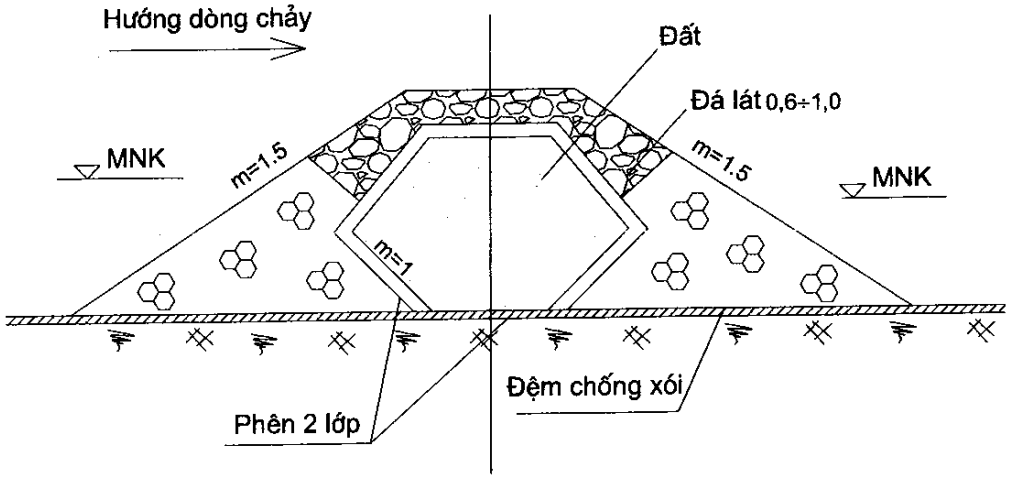
R là bán kính cong bờ lõm sông (m);

B là chiều rộng lòng sông theo tuyến chỉnh trị ứng với mực nước tạo lòng (m).

Khi vị trí mỏ hàn được xác định theo tính toán trên lại nằm vào hố xói sâu hoặc bờ sông quá lõm, được phép dịch chuyển vị trí mỏ hàn về thượng hoặc hạ lưu, nhưng phạm vi dịch chuyển phải nhỏ hơn chiều dài mỏ hàn.



a) Kè mỏ hàn đá hộc



b) Kè mỏ hàn bằng đất bọc đá

CHÚ DẪN:
MNK: mực nước kè.
m : ký hiệu mái dốc, trị số sau ký hiệu m gọi là hệ số mái dốc không có đơn vị.
Các kích thước ghi trên bản vẽ có đơn vị là m.

Hình 10 - Mặt cắt ngang điển hình kè mỏ hàn

d) Cao trình đỉnh mỏ hàn được xác định bởi cao trình tại gốc mỏ hàn và độ dốc dọc mỏ hàn:

- Cao trình đỉnh tại gốc mỏ hàn cũng được lấy bằng cao trình mực nước ứng với lưu lượng tạo lòng hoặc bằng cao trình bãi già;

- Cần chọn thống nhất cao trình đỉnh tại gốc các kè mỏ hàn trong một hệ thống kè mỏ hàn.

e) Độ dốc dọc đỉnh kè mỏ hàn thường được chọn từ 0,01 đến 0,005; trường hợp tại gốc mỏ hàn, đỉnh bãi già cao hơn nhiều mực nước tạo lòng, có thể chọn độ dốc đỉnh kè từ 0,02 đến 0,05.

f) Mặt cắt ngang mỏ hàn bằng đá hộc và bằng đất bọc đá thường có dạng hình thang.

- Có thể tham khảo Phụ lục B của tiêu chuẩn này để sơ bộ chọn chiều rộng đỉnh, độ dốc mái, độ dốc mũi mỏ hàn, sau đó cần phải tính toán kiểm tra ổn định và điều kiện kinh tế;

- Ở nơi có nhiều đá hộc, mỏ hàn ngắn (chiều dài mỏ hàn nhỏ hơn 10 m) độ sâu nước lớn (lớn hơn 15 m ứng với mực nước tạo lòng) tốc độ dòng chảy lớn hơn 3 m/s, nên dùng mỏ hàn bằng đá hộc;

- Ở nơi xa mỏ đá, nên dùng loại kè mỏ hàn bằng đất bọc đá; nên sử dụng đất thịt tại chỗ để làm kè mỏ hàn; phải thiết kế tầng lọc giữa lõi đất và đá hộc. Có thể dùng vải lọc địa kỹ thuật hoặc hai lớp phên nứa đặt sát nhau làm tầng lọc.

g) Phải kiểm tra ổn định trượt của mỏ hàn theo công thức (8)

$$K = \frac{N}{P \pm T} \geq [K] \qquad (8)$$

trong đó:

P là áp lực thủy động được xác định theo công thức (9)

$$P = \xi . \lambda_n . h_z . \frac{u^2}{2g} . \sin\alpha \qquad (9)$$

trong đó: ξ là hệ số động lực, phụ thuộc vào góc lệch của mỏ hàn α, được xác định theo Bảng 3.

Bảng 3 - Xác định hệ số động lực theo góc lệch của mỏ hàn

α (độ)	15 đến 25	> 25 đến 45	> 45 đến 90
ξ	0,6 đến 0,8	1,0	1,5 đến 2,0

γ_n là trọng lượng riêng của nước;

u là lưu tốc tiến gần thượng lưu mỏ hàn;

h_z là chiều sâu cột nước trước mỏ hàn;

α là góc lệch của mỏ hàn được xác định theo khoản a) Điều 4.2.6;

T là lực gây trượt do trọng lượng bản thân mỏ hàn gây ra được tính theo công thức (10)

$$T = G . \sin\theta \qquad (10)$$

trong đó :

G là trọng lượng bản thân của kè mỏ hàn;

θ là góc hợp bởi đáy sông và phương ngang; giá trị T mang dấu (+) khi đáy sông nghiêng cùng chiều dòng chảy và mang dấu (-) khi ngược chiều dòng chảy.

N là lực chống trượt do trọng lượng bản thân mỏ hàn gây ra được xác định theo công thức (11) :

$$N = G . f . \cos\theta \qquad (11)$$

trong đó:

G, θ tương tự như công thức (10);

f là hệ số ma sát giữa mỏ hàn và đáy sông, thường lấy từ 0,4 đến 0,6;

[K] là hệ số ổn định cho phép, được xác định theo khoản a) Điều 2.1.

h) Phải xác định chiều sâu hố xói tới hạn lòng sông tại mũi mỏ hàn theo công thức (12):

$$\Delta h = 27.K_1.K_2.tg\frac{\alpha}{2}.\frac{U_m^2}{g} - 30.d \qquad (12)$$

trong đó:

Δh là chiều sâu hố xói tới hạn (m);

d là đường kính hạt cát lòng sông (m);

U_m là lưu tốc tới gần đầu mỏ hàn (m/s), được xác định theo công thức (13):

$$U_m = U_0\left[1+\left(0,2+\frac{b_k}{B}\right)^2\right] \qquad (13)$$

Trong công thức (13):

U_0 là lưu tốc bình quân tại mặt cắt trước khi có mỏ hàn ứng với lưu tốc tạo lòng (m/s);

b_k là chiều dài hình chiếu kè mỏ hàn lên mặt cắt ngang sông (m);

$$b_k = l \,.\, \sin\alpha \qquad (14)$$

l là chiều dài kè mỏ hàn (m);

α là góc lệch kè mỏ hàn (độ);

B là chiều rộng mặt nước ứng với lưu lượng tạo lòng (m)

K_1 là hệ số xác định theo công thức (15):

$$K_1 = e^{-5,1.\sqrt{\frac{u^2m}{g.b_k}}}U_0 \qquad (15)$$

Trong công thức (15):

b_k và u_m : xác định theo công thức (14);

g là gia tốc trọng trường (m/s^2);

e = 2,714 , hệ số của l_n (Lốc nê pe hay gọi lô ga nê pe);

K_2 là hệ số được xác định theo công thức (16):

$$K_2 = e^{-0,2m} \qquad (16)$$

Trong công thức (16):

e = 2,714; hệ số của l_n (Lốc nê pe hay gọi Lôga cơ số tự nhiên);

m là hệ số mái dốc mũi mỏ hàn;

Khi kè mỏ hàn càng dài, độ co hẹp dòng chảy càng lớn thì chiều sâu hố xói càng lớn. Để bảo đảm ổn định mái mũi kè mỏ hàn, cần thiết kế lớp đệm chống xói cho mọi trường hợp. Có thể bố trí lớp đệm chống xói bằng rồng đá theo quy định ở Bảng 4. Phải bố trí đệm chống xói trong phạm vi 1/3 chiều dài kè mỏ hàn kể từ mũi kè trở vào bờ sông.

Bảng 4 - Quy định bố trí lớp đệm chống xói bằng rồng đá

Khu vực	Từ chân kè vào thân kè	Từ chân kè ra sông	Tổng chiều dài rồng
Phía mũi	1 m đến 2 m	8 m đến 9 m	10 m
Phía thượng lưu	1 m đến 2 m	8 m đến 9 m	10 m
Phía hạ lưu	1 m đến 2 m	6 m đến 7 m	8 m

Khi chống xói bằng bè chìm rong rào có chiều dày từ 0,15 m đến 0,20 m, đánh chìm bằng đá hộc có thể bố trí bè chìm như Hình 11.

i) Đường kính viên đá hộc nằm ở mặt ngoài được xác định theo công thức (17)

$$d^{0,36} \geq \frac{\eta \cdot U_{ml}}{5,45 \cdot K \cdot h^{0,14}} \qquad (17)$$

trong đó:

U_{ml} là lưu tốc tiến gần đầu mỏ hàn, được lấy bằng lưu tốc trung bình mặt cắt tại mỏ hàn ứng với mức nước thiết kế đê (m/s);

K là hệ số điều chỉnh lưu tốc khởi động lấy bằng 0,6 đến 0,9;

h là độ sâu kể từ mực nước lũ thiết kế đê tới hòn đá tính toán (m); Thường kiểm tra ổn định của viên đá tại đỉnh mỏ hàn nằm ở phía mũi;

η - hệ số ổn định cho phép lấy theo quy định tại mục khoản a) Điều 2.1;

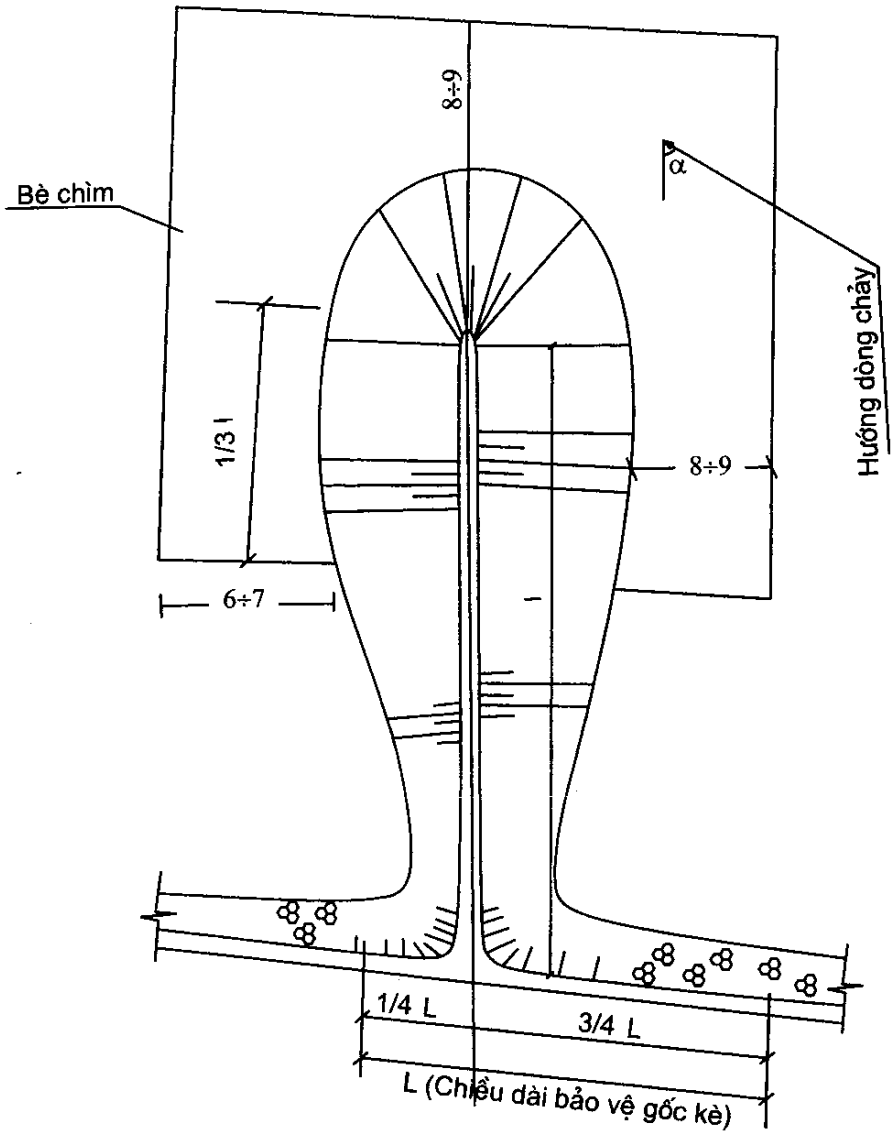
Trường hợp đường kính viên đá thực tế nhỏ hơn đường kính viên đá yêu cầu theo công thức (17), phải dùng rọ thép bọc mặt ngoài. Cần bọc rọ kể từ mũi kè vào bờ sông ít nhất 5 m.

4.2.7 Đối với kè mỏ hàn bằng đất bọc đá

Phải thiết kế tầng lọc ngược giữa mái đất và đá. Có thể làm tầng lọc ngược bằng hai lớp phên nứa tươi đan kín, vải địa kỹ thuật,... (xem Hình 10, b).

4.2.8 Thiết kế lát mái gốc kè mỏ hàn

- Phải thiết kế lát mái gốc kè mỏ hàn, tổng chiều dài lát mái gốc kè lấy bằng chiều dài kẻ mỏ hàn với 3/4 chiều dài phần lát mái nằm ở thượng lưu và một phần tư chiều dài lát mái nằm ở hạ lưu (Hình 11);
- Yêu cầu thiết kế lát mái gốc kè phải tuân theo các quy định tương ứng về kè lát mái của tiêu chuẩn này;
- Có thể mở rộng gốc mỏ hàn để nối tiếp thuận dòng với bờ, nhưng chiều rộng của gốc không vượt quá 8 lần chiều rộng của đỉnh kè mỏ hàn đó.



CHỈ DẪN:
Các kích thước ghi trên bản vẽ có đơn vị là m.

Hình 11 - Bố trí đệm chống xói bằng bè chìm

4.2.9 Trình tự thi công kè mỏ hàn

a) Trường hợp loại kè mỏ hàn đá:

- Thả rồng hoặc đệm chống xói;
- Đổ đá thân mỏ hàn; vị trí đổ đá theo khoản e) Điều 4.1.3;
- Bọc rọ đá (nếu có);
- Lát mái và gốc mỏ hàn.

a) Trường hợp loại kè mỏ hàn đất bọc đá:

- Thả rồng hoặc đệm chống xói;

- Thi công hai bờ vây bằng đá;
- Thi công tầng lọc (dưới mức nước kiệt);
- Đắp lõi đất tới cao trình thiết kế;
- Thi công tầng lọc phần nằm trên mực nước kiệt;
- Lát đá thân mỏ hàn phần nằm trên mực nước kiệt;
- Bọc rọ đá (nếu có);
- Lát mái và gốc mỏ hàn.

4.3 Thiết kế kè mềm

Kè mềm (còn được gọi là kè xuyên thông cản dòng gây bồi) có thể được phân thành hai loại: bãi cây chìm và mỏ hàn cọc;

4.3.1 Thiết kế bãi cây chìm

a) Bãi cây chìm thường được sử dụng để cản dòng, hạn chế xói cục bộ, bồi lấp lạch phụ hoặc phối hợp với mỏ hàn cứng để bảo vệ bờ sông. Thiết kế bãi cây chìm thường sử dụng cây cỗ thụ, cụm cây tre nguyên cành lá... Chỉ nên sử dụng bãi cây chìm trong các trường hợp sau:

- Độ sâu mức nước sông ứng với lũ tiểu mãn: Nhỏ hơn 15 m dùng cây cỗ thụ; Nhỏ hơn 6 m: dùng cụm cây tre;
- Tốc độ dòng chảy bình quân nhỏ hơn 2,5 m/s;
- Hàm lượng bùn cát lớn hơn 0,5 kg/m^3.

b) Khi sử dụng bãi cây chìm để lấp hố xói hoặc hạn chế xói cục bộ ở khu bờ sông đang bị xói lở mạnh, uy hiếp an toàn của đê, cần thả bãi cây chìm hết phạm vi hố xói hoặc phạm vi bờ sông đang bị xói lở .

c) Nên sử dụng bãi cây chìm phối hợp với mỏ hàn cứng nhằm bảo vệ một số mỏ hàn mới xây dựng trong hệ thống mỏ hàn dự kiến hoặc nhằm nâng cao lòng sông để giảm khối lượng của mỏ hàn cứng. Chỉ kết hợp sử dụng bãi cây chìm với mỏ hàn cứng khi đã có mỏ hàn cứng ở thượng lưu trong hệ thống mỏ hàn. Chiều dài bãi cây chìm cần lớn hơn 20 m so với chiều dài kè mỏ hàn cứng dự kiến; theo chiều rộng cần bố trí tối thiểu từ 8 đến 10 hàng cụm cây loại vừa và nhỏ.

d) Khi sử dụng bãi cây chìm gây bồi để kéo dài đuôi bãi, để lấp lạch phụ hoặc bảo vệ chân kè lát mái, phạm vi cần thả bãi cây chìm phụ thuộc vào phạm vi cần bảo vệ nhưng tối thiểu phải bao gồm từ 8 đến 10 hàng cụm cây theo phương dòng chảy.

e) Quy cách cụm cây quy định như sau:

- Cây cỗ thụ gồm các loại cây như nhãn, vải hoặc xà cừ, ... có đường kính tán rộng 6 tới 8 m, cao từ 6 đến 8 m, buộc ở gốc một rọ thép kích thước 2 m x 1 m x 1 m chứa 1,6 m^3 đá hộc;

- Cụm cây vừa gồm 6 cây tre tươi nguyên cành, là có đường kính tán rộng từ 4 m đến 5 m, cao từ 4 m đến 5 m, gắn ở gốc một rọ thép chứa 0,5 m^3 đá hộc;

- Cụm cây nhỏ gồm 4 cây tre tươi, nguyên cành lá hoặc cành xà cừ ghép lại có tán rộng từ 3 m đến 4 m, cao từ 3 m đến 4 m, gắn một rọ thép ở gốc, chứa 0,3 m^3 đá hộc.

f) Phải kiểm tra ổn định của cụm cây theo công thức (18):

$$\frac{G}{G_m} \geq 25\left(\frac{u^2}{g.H}\right)^{\frac{3}{4}} \qquad (18)$$

trong đó:

G là trọng lượng của rọ đá (kg);

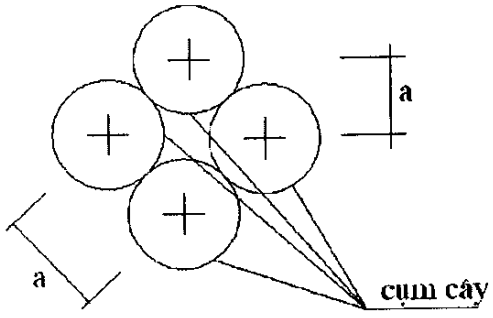
G_m là trọng lượng của cụm cây (kg);

u là lưu tốc bình quân mặt cắt lúc thả cụm cây (m/s);

H là độ sâu nước tại vị trí thả cây (m);

g là gia tốc trọng trường (m/s^2).

g) Các cụm cây phải được thả theo hình hoa mai (Hình 12).



CHÚ DẪN:

a là chiều rộng tán cụm cây.

Hình 12 - Quy cách thả bãi cây chìm

h) Cần xác định hiệu quả gây bồi như sau:

- Xác định lưu tốc sau khi thả cụm cây theo công thức (19):

$$u = \frac{Q(1-P)}{F} = u_0(1-P) \qquad (19)$$

trong đó:

Q là lưu lượng ứng với mực nước thiết kế đê (m^3/s);

u_0 là lưu tốc bình quân mặt cắt ngang khi chưa có bãi cây chìm ứng với mực nước thiết kế đê (m/s);

P là hệ số kín nước, là tỷ số diện tích bãi cây trên mặt cắt ngang và diện tích mặt cắt ngang trong khu vực đường viền thả bãi cây;

F là diện tích mặt cắt ngang sông tại vị trí thả bãi cây chìm (m^2).

- Sau khi xác định lưu tốc khi đã có bãi cây chìm theo công thức (19), đối chiếu với lưu tốc khởi động của vùng cát ở vị trí công trình để đánh giá khả năng gây bồi. Lưu tốc khởi động của bùn cát đáy được xác định theo công thức (20):

$$U_{kd} = 5{,}45 \cdot h^{0,14} \cdot d^{0,36} \qquad (20)$$

trong đó:

U_{kd} là lưu tốc bình quân thủy lực lớn nhất thực đo lúc thả bãi cây chìm (m/s);

h là chiều sâu của viên đá tính toán (m);

d là đường kính bình quân các hạt đáy sông (m).

- Xác định độ dâng mực nước theo công thức (21)

$$Z = 5.k_c.P^{\frac{1}{2}}.\frac{u^2}{2g} \qquad (21)$$

trong đó:

Z là độ dâng mực nước (m);

P, u : tương tự như trong công thức (19);

k_c là hệ số thu hẹp lòng dẫn, là tỷ số giữa hình chiếu của bãi cây chìm và chiều rộng mặt nước sông ứng với mực nước thiết kế đê.

i) Quy trình thả bãi cây chìm và điều kiện áp dụng

- Thả cụm cây từ lòng sông vào bờ;
- Thả cụm cây từ phía hạ lưu trước, thượng lưu sau;
- Nên ưu tiêu áp dụng trong những điều kiện khẩn cấp, đê đang bị đe doạ bởi nước lũ không thể trì hoãn được.

4.3.2 Thiết kế mỏ hàn cọc

a) Thường sử dụng mỏ hàn cọc trong trường hợp sau:

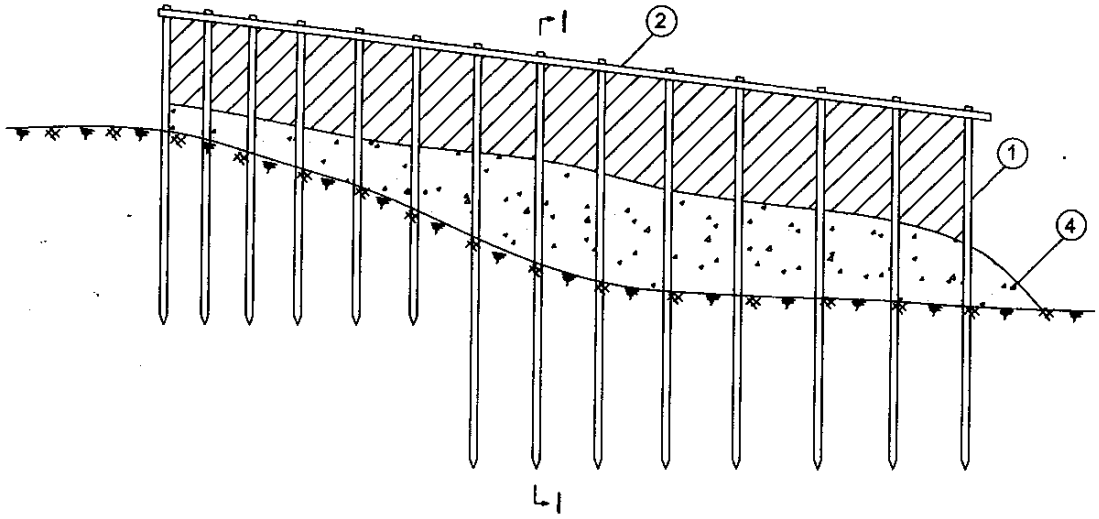
- Chiều dài mỏ hàn lớn hơn 50m;
- Khả năng chống xói của đất bờ thấp;
- Có thiết bị đóng cọc.

b) Nội dung các thông số cơ bản của mỏ hàn cọc: phải được xác định tương ứng với quy định nêu trong Điều 4.2.3 tiêu chuẩn này.

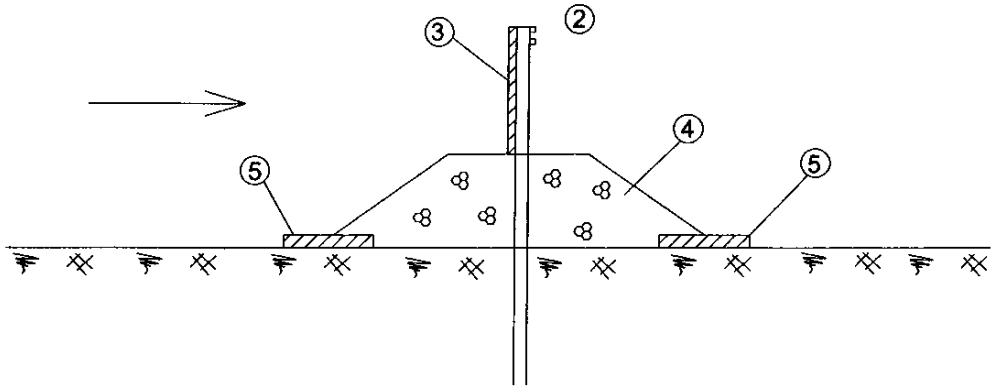
c) Thường áp dụng một số loại mỏ hàn cọc sau đây:

- Mỏ hàn cọc bê tông cốt thép có gắn phên chắn hoặc bó cành cây. Thường sử dụng kè một hàng cọc có dầm ngang liên kết đầu cọc (Hình 13);

- Mỏ hàn cọc gỗ hoặc đường ray gỗ thường gồm hai hàng cọc liên kết với nhau, mặt thượng lưu được gắn phên hoặc bó cành cây.



Mặt cắt I-I



CHÚ DẪN: 1) cọc; 2) dầm ngang; 3) phên nứa hoặc bó cành cây; 4) đá đổ giữ chân; 5) đệm chống xói

Hình 13 - Kết cấu mỏ hàn cọc bê tông cốt thép

d) Độ sâu đóng cọc được xác định theo quy định nêu ở Phụ lục C của tiêu chuẩn này.

e) Chiều sâu hố xói chân mỏ hàn cọc được xác định theo công thức (22).

$$\Delta h = K_a . P^{\frac{3}{2}} . \frac{u^2}{2g} \qquad (22)$$

trong đó:

K_a là hệ số xác định bằng thực nghiệm, có thể chọn $K_a = 50$;

P là hệ số kín nước, tương tự như trong công thức (19);

u là lưu tốc bình quân mặt cắt ngang (m/s);

g là gia tốc trọng trường (m/s^2).

f) Theo kết quả tính được của công thức (22), lựa chọn biện pháp bảo vệ chân kè thích hợp: bè chìm, đá hộc hoặc rồng.

g) Phải kiểm tra hố xói sau công trình theo công thức (23).

$$u \leq U_{kđ} \quad (23)$$

trong đó:

u là tốc độ dòng chảy ở hạ lưu mỏ hàn cọc, được xác định theo công thức (17);

$U_{kđ}$ là lưu tốc khởi động bùn cát đáy lòng sông ở hạ lưu mỏ hàn cọc được xác định theo công thức (20) của tiêu chuẩn này.

h) Khoảng cách giữa hai kè mỏ hàn cọc để bảo vệ bờ được xác định theo công thức sau :

$$L = P \,.\, l \,.\, \text{cotg}\alpha \quad (24)$$

trong đó:

L là khoảng cách giữa hai kè mỏ hàn cọc (m);

P là hệ số kín nước của hai mỏ hàn cọc, được xác định tương tự như trong công thức(19);

l là chiều dài mỏ hàn cọc (m);

α - góc hợp bởi trụ của mỏ hàn và tuyến bờ (độ). Chỉ áp dụng công thức (24) khi $P \leq 0,67$; trường hợp $P > 0,67$, khoảng cách ảnh hưởng giữa hai mỏ hàn cọc được xác định theo khoản c) Điều 4.2.6.

i) Trình tự thi công mỏ hàn cọc

- Xác định tuyến công trình;
- Định vị đóng cọc;
- Tiến hành đóng cọc;
- Thi công đệm chống xói và gia cố chân cọc;
- gắn phên hoặc bó cành cây.

Việc lựa chọn giải pháp đóng cọc bê tông hoặc các loại cọc tận dụng kiểu thanh ray... do đơn vị thi công tự quyết định.

k) Đối với mỏ hàn cọc bằng cọc bê tông cốt thép, khi lớp phên chắn bị hư hỏng trong quá trình sử dụng thì phải thay thế lớp phên mới.

Phụ lục A

(Quy định)

Phương pháp và trình tự xác định lưu lượng tạo lòng

A.1 Xác định lưu lượng tạo lòng theo phương pháp của Mac-ca-vê-ép

A.2 Trình tự tính toán

- Chọn đường quá trình lưu lượng điển hình của nhiều năm là năm có lượng ngậm cát bình quân năm bằng lượng ngậm cát bình quân nhiều năm;
- Chia đường quá trình lưu lượng ra nhiều cấp;
- Xác định tần suất ứng với từng cấp lưu lượng;
- Xác định độ dốc thuỷ lực trung bình ứng với từng cấp lưu lượng;
- Tính tích số $P \cdot I \cdot Q^m$ ứng với mỗi cấp lưu lượng, trong đó:

  P là tần suất ứng với một cấp lưu lượng;

  I là độ dốc thủy lực trung bình ứng với mỗi cấp lưu lượng;

  Q là lưu lượng nước ứng với cấp lưu lượng;

  m là hệ số; đối với sông vùng đồng bằng chọn m = 2; đối với lòng sông miền núi đáy có nhiều cuội sỏi chọn m = 2,5;

- So sánh mực nước tạo lòng tính toán được với mực nước ngang bãi già.

Trường hợp không có đủ số liệu hoặc có những số liệu không đủ tin cậy, được phép lấy mực nước ngang bãi già tại vị trí xây dựng công trình để thiết kế.

A.3 Ví dụ tính toán

Xác định lưu lượng tạo lòng sông Đà tại đoạn Hoà Bình đến Trung Hà (khi chưa xét tới khả năng điều tiết của hồ Hoà Bình).

a) Chọn đường quá trình lưu lượng điển hình:

Từ tài liệu thuỷ văn thu được tại trạm đo thuỷ văn Hoà Bình từ năm 1902 đến 1975, chọn đường quá trình lưu lượng của năm 1961 là năm điển hình. Đặc trưng thủy văn của năm 1961 so với bình quân nhiều năm nêu trong Bảng A.1.

Bảng A.1

Các đặc trưng thuỷ văn	Năm 1961	Bình quân nhiều năm
Lưu lượng (m^3/s)	1 830	1 800
Sức tải cát (kg/s)	2 130	2 260

b) Chia đường quá trình lưu lượng lũ năm 1961 ra nhiều cấp (Bảng A.2).

c) Xác định tần suất ứng với mỗi cấp lưu lượng (cột 5, Bảng A.2).

d) Tính toán độ dốc thủy lực ứng với các cấp lưu lượng (cột 6, Bảng A.2).

e) Tính toán lưu lượng bình quân ứng với mỗi cấp lưu lượng (cột 7, Bảng A.2).

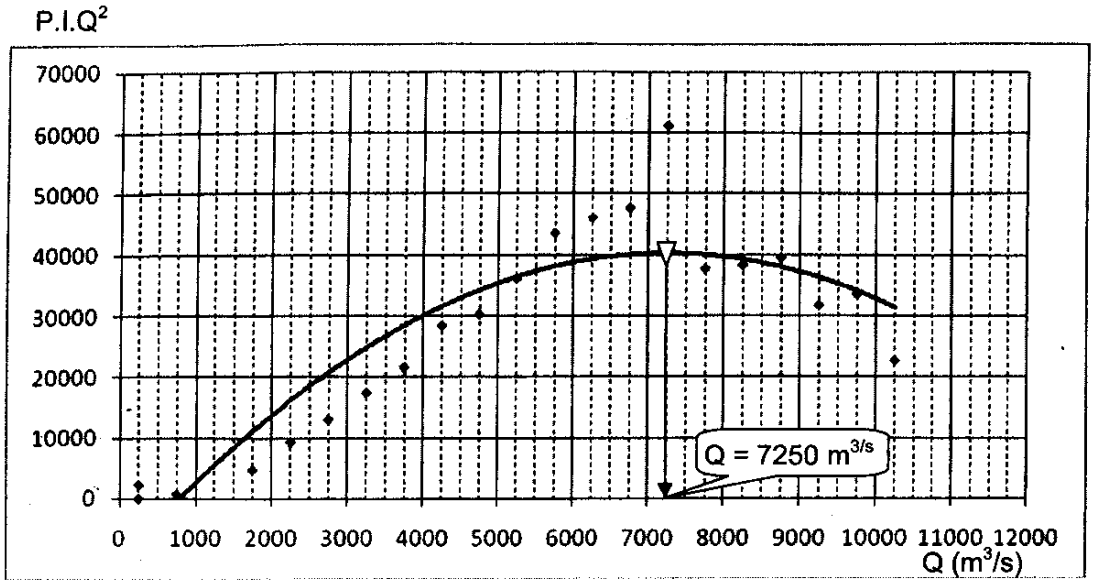
f) Tính tích số của $P . I . Q^m$; do đoạn sông này nằm ở dồng bằng nên chọn hệ số m = 2; kết quả tính được ứng với mỗi cấp lưu lượng ghi ở cột 8, Bảng A.2.

g) Dựa vào các trị số ghi ở cột 7 và cột 8 Bảng A.2 vẽ đường quan hệ giữa $P . I . Q^2$ (Hình A.1); từ hình vẽ sẽ thấy, ứng với $P . I . Q^2$ lớn nhất có được lưu lượng tạo lòng là: Q = 7250 m^3/s.

h) Ấn định lưu lượng tạo lòng: với lưu lượng Q = 7250 m^3/s, từ đường quan hệ lưu lượng và mực nước của trạm Hoà Bình ta có H = 21,2 m; kết quả cho thấy mực nước ứng với lưu lượng trên tương ứng với cao độ bãi già của đoạn sông từ Hoà Bình đến Trung Hà, do vậy, ấn định lưu lượng: Q = 7250 m^3/s là lưu lượng tạo lòng.

Bảng A.2

Thứ tự	Phân cấp lưu lượng (m^3/s)	N	M	P %	I (10^{-4})	Q(m^3/s)	$P.I.Q^2$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	10999-10501	1	1	0,27			
2	10500-10000	1	2	0,54	4,0	10250	22693,5
3	9999-9501	1	3	0,82	3,0	9750	33585,9
4	9500-9000	1	4	1,09	3,4	9250	31709,4
5	8999-8501	2	6	1,64	3,15	8750	39522,1
6	8500-8000	1	7	1,92	2,93	8250	38289,2
7	7999-7501	6	13	3,56	2,70	7750	37732,1
8	7500-7000	4	17	4,65	2,5	7250	61103,8
9	6999-6501	0	0	4,65	2,25	6750	47649,7
10	6500-6000	4	21	5,75	2,05	6250	46044,8
11	5999-5501	5	26	7,12	1,84	5750	43549,9
12	5500-5000	3	29	7,94	1,65	5250	36109,6
13	4999-4501	6	35	9,58	1,40	4750	30268,8
14	4500-4000	11	46	12,60	1,25	4250	28448,4
15	3999-3501	5	51	13,97	1,10	3750	21609,8
16	3500-3000	16	67	18,35	0,90	3250	17443,9
17	2999-2501	17	84	23,01	0,75	2750	13050,9
18	2500-2000	28	112	30,08	0,60	2250	9319,0
19	1999-1501	38	150	41,09	0,40	1750	4750,0
20	1500-1000	34	184	50,41	0,30	250	2362,0
21	999-501	74	258	70,68	0,20	750	795,1
22	500-0	107	365	100	0,10	250	62,5



Hình A.1 - Đường quan hệ Q và P.I.Q

Phụ lục B

(Tham khảo)

Các thông số tham khảo để sơ bộ xác định kích thước mỏ hàn cứng

Vật liệu kè	Tác giả	Độ dốc mái			Đỉnh kè	
		Thượng lưu	Hạ lưu	Mũi kè	Chiều rộng (m)	Độ dốc dọc (%)
Đá hộc	- An-tu-nhin	1,5	1,5	2,5	2	1
	- Học viện thuỷ lợi Điện lực Vũ Hán	1,5	1,5	3 đến 5	3 đến 5	0,3 đến 1
	- Cục đê điều và phòng chống lụt bão	1,5	1,5	2,5 đến 3	1 đến 1,5	0,5 đến 2
Đất bọc đá	- An-tu-nhin	2,5	2,5	3	3 đến 5,0	1 đến 3
	- Học viện thuỷ lợi Điện lực Vũ Hán	2,5	2,5	3	3 đến 5,0	1 đến 3
	- Cục đê điều và phòng chống lụt bão	1,5 đến 2	1,5 đến 2	2,5 đến 3	1 đến 2,0	1 đến 2

Phụ lục C

(Quy định)

Hướng dẫn xác định chiều sâu đóng cọc (T) khi thiết kế mỏ hàn cọc

Hình C.1 a) biểu diễn sơ đồ lực tác dụng thực tế lên cọc. Do khó xác định vị trí điểm xoay D (không biến dạng) trên cọc trong đất, nên để đơn giản trong tính toán, được phép sử dụng sơ đồ lực tác động tương đương ở Hình C.1 b) để thiết kế cọc.

Nguyên tắc thiết kế là: độ sâu chôn cọc (t) phải sâu hơn độ sâu kể từ điểm N tới mặt đáy sông (t_o) thì cọc mới ổn định. Độ vượt sâu này càng lớn thì cọc càng ổn định, nhưng lớn quá mức thì lãng phí.

Mục đích của việc tính toán cọc là:

- Xác định nội lực để tính tiết diện cọc;
- Xác định độ sâu chôn cọc (t) và tìm lực E' đặt ở chân cọc. Thực chất đây là bài toán phẳng cho tải trọng tĩnh.

Hiện nay thường sử dụng hai phương pháp: giải tích và đồ giải để tính cọc; dưới đây xin trình bày cả hai phương pháp:

C.1 Phương pháp giải tích

Từ Hình C.1 b) lấy tổng hợp lực theo phương nằm ngang và tổng mô men đối với điểm N ta có:

$$\sum x = P + E' - \frac{1}{2}\gamma\, t_0^2\, (\lambda_b - \lambda_c) = 0 \qquad (25)$$

$$\sum M_n = P\,(\frac{1}{2}h_0 + t_0)\; - \frac{1}{6}\gamma\, t_0^3\, (\lambda_b - \lambda_c) = 0 \qquad (26)$$

Giải phương trình (25) ta tìm được:

$$E' = \frac{1}{2}\gamma\, t_0^2\, (\lambda_b - \lambda_c) - P \qquad (27)$$

Giá trị t_o được xác định từ phương trình (28):

$$t_0 - \frac{6P}{\gamma(\lambda_b - \lambda_c)}\;\; t_0 \; - \frac{3Ph}{\gamma(\lambda_b - \lambda_c)} = 0 \qquad (28)$$

Viết phương trình mô men cho điểm bất kỳ y, với $y < t_o$, ta có:

$$My = P\left(\frac{1}{2}h + y\right) - \frac{1}{6}\gamma.y^3\, (\lambda_b - \lambda_c) \qquad (29)$$

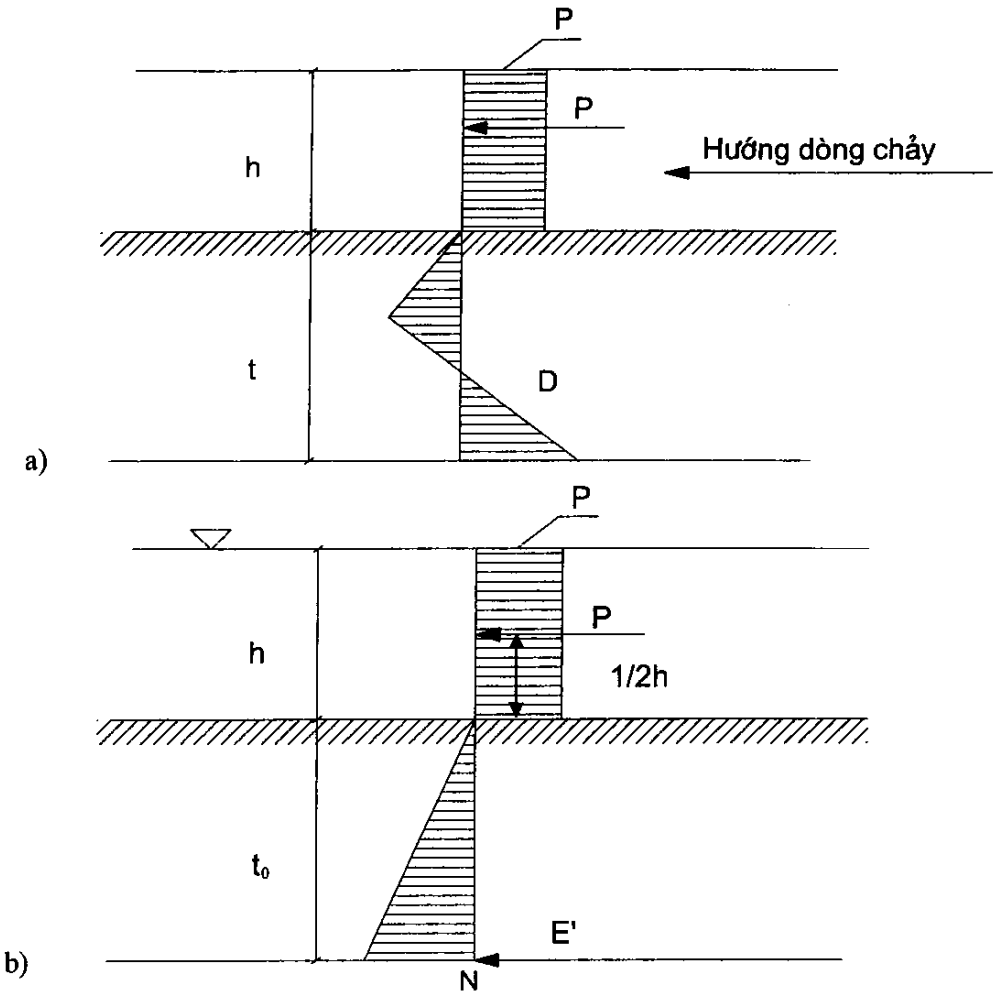
Mô men max sẽ xảy ra ở độ sâu y_m, với:

$\frac{dMy}{dy} = 0$ tức là:

$$P - \frac{1}{2}\gamma.y^2.(\lambda_b - \lambda_c) = 0 \qquad (30)$$

Vậy $y_m = (\frac{2xP}{(\lambda_b - \lambda_c)})^{1/2}$ (31)

$$M_{max} = P(\frac{1}{2}h + y_m - \frac{1}{6}\gamma.y_m^3\ (\lambda_b - \lambda_c) \qquad (32)$$



Hình C.1 - Sơ đồ lực tác dụng lên cọc: a) Sơ đồ thực; b) Sơ đồ tính toán

Độ sâu chôn cọc (t) được xác định theo công thức (33)

$$t = t_0 + \Delta t = t_0 + \frac{E'}{2\gamma.t_0\ (\lambda_b - \lambda_c)} \qquad (33)$$

Trong các công thức trên:

P là áp lực thuỷ động (tấn) được xác định theo công thức sau:

$$P = \xi\ .\ \gamma m.\ b\ .h\ .\frac{u^2}{2g} \qquad (34)$$

Trong công thức (34):

ξ là hệ số động lực, lấy theo Bảng 3;

γn là trọng lượng riêng của nước;

g là gia tốc trọng trường (m/s^2);

b, h là chiều rộng và chiều cao cọc theo hướng vuông góc với dòng chảy (m) đối với cọc đơn. Riêng đối với cọc có thanh giằng và phên chắn, b là khoảng cách giữa hai tim cọc liền nhau;

u là lưu tốc bình quân mặt cắt khi chưa xây dựng công trình ứng với mức nước ngang đỉnh cọc, coi lưu tốc này phân bố đều trên đường thuỷ trực (m/s);

γ là dung trọng của đất nền, có xét tới lực đẩy nổi của nước (T/m^3);

t_0 là độ sâu của cọc kể từ mặt đáy sông tới điểm N (m);

λ_b và λ_c là hệ số áp lực bị động và chủ động của đất được xác định như sau:

$$\lambda_b = tg^2\,(45^0 + \frac{\varphi}{2})$$

$$\lambda c = tg^2\,(45^0 - \frac{\varphi}{2})$$

Ở đây:

φ là góc ma sát trong của đất đáy sông (độ);

h là độ cao của cọc (m);

E' là lực tác dụng ở điểm N;

Δt là độ vượt sâu của cọc kể từ điểm N (m).

Mô men kháng uốn cần thiết của mặt cắt ngang cọc được xác định theo công thức (35)

$$W = \frac{M_{max}}{R_u} \qquad (35)$$

trong đó:

R_u : là cường độ chống uốn tính toán của vật liệu làm cọc theo tiêu chuẩn vật liệu sử dụng.

Dựa vào mô men kháng uốn, hình dạng tiết diện cọc, ta xác định được kích thước mặt cắt ngang cọc cần thiết.

C.2 Phương pháp đồ giải

Phương pháp giải tích chỉ thích hợp khi đất nền đồng nhất, khi đất nền gồm nhiều lớp nên dùng phương pháp đồ giải của Blum – Iohmger như sau (Hình C.2):

- Thay biểu đồ áp lực đất bằng các lực tập trung: F1, F2, F3, F4, F5 ...Fn;
- Xây dựng đa giác lực (Hình C.2 b);

- Xây dựng đa giác dây với điều kiện đường khép kín là đường thẳng đứng. Tia cuối cùng n cắt đường khép kín tại điểm N, ta xác định được t_o. Trường hợp tia N không cắt đường khép kín tại độ sâu giả định, thì tăng thêm chiều sâu để tính thêm lực Fn+1. Vẽ tiếp tia (n+1) ở đa giác lực và đa giác dây. Nếu tia (n+1) không đạt yêu cầu thì tiếp tục tăng thêm chiều sâu cho tới khi tia đó cắt đường khép kín tại N, ở vị trí độ sâu mới giả định là được.

- Từ đa giác dây (Hình C.2 c) ta xác định được X_{max}.

- Tính mô men lớn nhất:

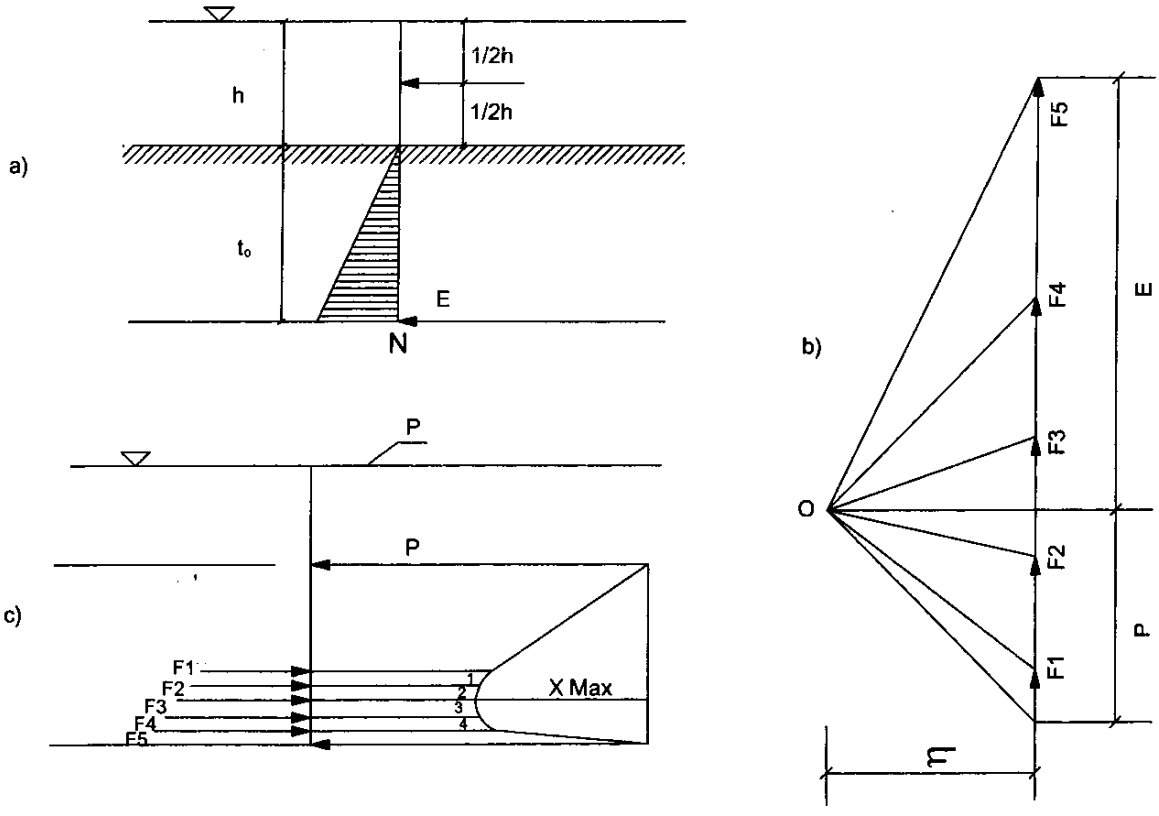
$$M_{max} = X_{max} \cdot \eta \qquad (36)$$

η là khoảng cách từ tâm O tới trục nằm ngang (chọn tuỳ ý)

Tính E': $$E' = \sum_{i=1}^{n} F_i - P$$

- Tính độ sâu chôn cọc tối thiểu

$$t = (1{,}1 \text{ đến } 1{,}2) \cdot t_o \qquad (37)$$



CHÚ DẪN: a) Sơ đồ lực tính toán; b) Đa giác lực; c) Đa giác dây.

Hình C.2 - Tính cọc bằng đồ giải