

TÍNH TOÁN THẨM BÊ TÔNG TRONG THIẾT KẾ KÈ

CALCULATION OF CONCRETE CARPET IN DESIGN OF REVETMENTS

TS. NGUYỄN THỊ DIỄM CHI

Khoa Công trình, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Ở nước ta, do nguồn nguyên liệu đá dồi dào ở hầu hết các tỉnh nên kết cấu kè truyền thống bảo vệ bờ sông thông dụng là đá lát phần mái kè và thả rọ đá bảo vệ chân kè. Tuy nhiên, ở một số địa phương như đồng bằng sông Cửu Long, đá là vật liệu khan hiếm và giá thành cao hơn các loại vật liệu xây dựng khác nên việc sử dụng tấm bê tông liên kết thành thảm bê tông là rất hiệu quả. Bài báo này nghiên cứu ứng dụng tính toán thảm bê tông trong thiết kế kè.

Abstract

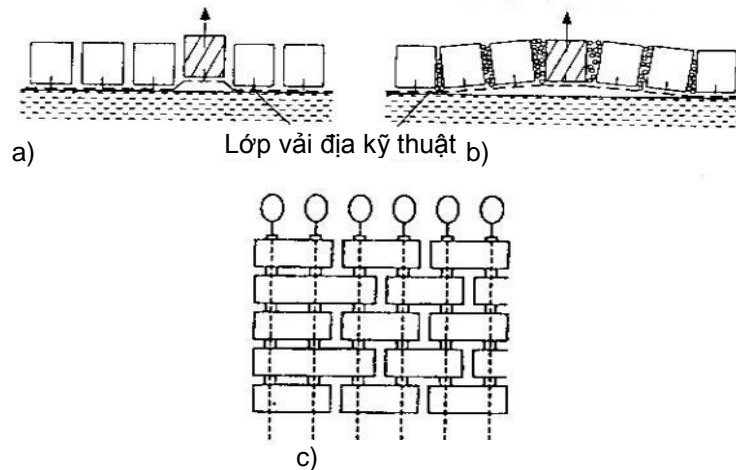
In Viet Nam, natural stone is available in almost provinces so traditional revetment structure is usually designed with stone for underwater part and slope of revetments. However, some locations such as Mekong Delta, stone is limited and lead to construction cost of stone revetment is higher than other materials, the use of concrete carpet in construction of revetments is effectively. This paper studies application of concrete carpet in design of revetments.

Keywords: stone, revetments, concrete carpet.

1. Giới thiệu chung

Kè thảm bê tông gồm các tấm bê tông liên kết với nhau bằng dây cáp thép (hình 1.c) trên lớp vải địa kỹ thuật có thể chống lại tác dụng phá hoại của nước biển, tia cực tím mặt trời ...

Khe hở giữa các tấm bê tông thường đổ đầy đá vụn, sỏi hoặc cao su (hình 1.b) nên thảm bê tông ổn định hơn so với kết cấu kè thả đá rời. Thảm bê tông có ưu điểm là hiệu quả sử dụng tốt, thi công nhanh. Nhưng có nhược điểm làm ép thảm có thể bị cuốn lật khi chịu tải trọng thủy lực. Vì vậy, để tăng ổn định của thảm, các tấm bê tông tại mép thảm thường dày và nặng hơn [1],[3],[4].



Hình 1. Ví dụ thảm bê tông

- a) Thảm bê tông tiêu chuẩn: các tấm bê tông ghim trực tiếp vào lớp vải lọc
b) Thảm bê tông liên kết dầm: Khe hở giữa các tấm bê tông được làm đầy bằng đá vụn, sỏi
c) Thảm cáp: các tấm bê tông liên kết với nhau bằng dây cáp thép.

2. Các quy trình tính toán kè thảm bê tông

2.1. Tải trọng sóng

Khi sóng tác dụng lên kè, dòng chảy do sóng xuất hiện dọc theo mái và xuyên qua kè. Lực sóng khi leo lên mái hướng ngược với trọng lực nên ít nguy hiểm hơn so với khi sóng trườn xuống. Khi tính toán tác động của tải trọng sóng, hệ số của kè F tương ứng với kết cấu kè được lấy theo bảng 1 [1],[3]:

Bảng. Hệ số kè thảm bê tông

Kết cấu kè	F
------------	---

Tấm bê tông trên nền cát	5-6
Tấm bê tông trên nền đất sét	
- Sét tốt	5-6
- Sét trung bình	4,5-5
Thảm bê tông trên lớp lọc cấp phối hạt:	
- Thi công tốt	5-6
- Thi công trung bình	4-5
- Thi công kém	3-4

2.2. Ổn định đất nền

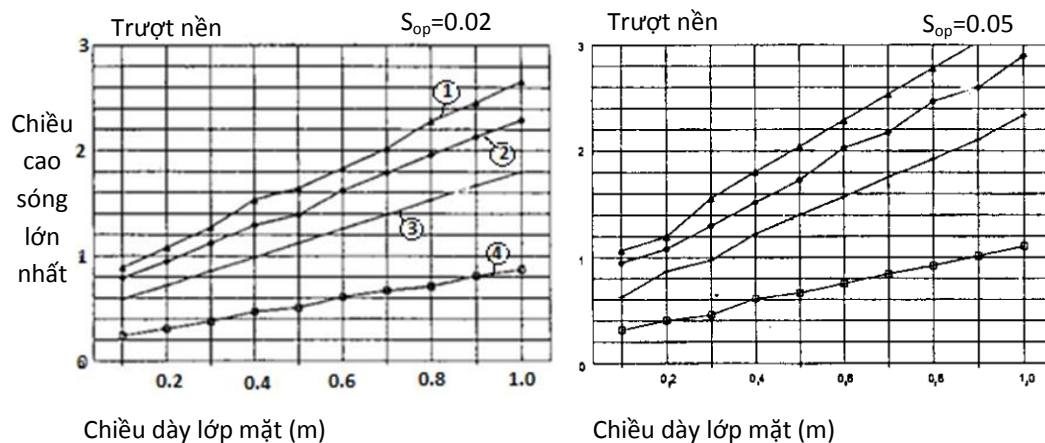
Khi sóng tác dụng lên mái kè thảm bê tông được neo chắc chắn, hiện tượng thảm bị trượt hoặc đẩy nổi là khó xảy ra. Tuy nhiên, chuyển động của nước xuyên qua mái kè và thấm vào lớp đất nền gây hiện tượng tích dềo, hóa lỏng và sụt mực nước làm lớp đất nền bị trượt cạn, đặc biệt khi đất nền là cát. Yếu tố quan trọng quyết định kè ổn định hay không là cơ cấu đất nền. Vì vậy kiểm tra ổn định của đất nền phải được xem xét như một tiêu chuẩn khi thiết kế.

* *Hiện tượng tích dềo [1],[2]*

Sự tích dềo trong đất nền có quan hệ tỷ lệ thuận với cấp cốt hạt, độ thấm và độ nén của nước khe hở. Sự tích dềo gây lên các cơ chế phá hoại như: Đẩy nâng hoặc trượt cục bộ lớp bề mặt kè, sụt lở lớp đất nền.

Khi đất nền là sét ướt, sức căng lớn nhất của nước xuất hiện ngay dưới bề mặt tiếp giáp giữa kè và đất nền nên không xảy ra khả năng trượt lớp nền. Khi lớp đất nền là sét khô với nhiều khe nứt, cấu trúc cục, do độ thấm lớn và sức căng nước ảnh hưởng sâu hơn nên lớp đất nền dễ bị trượt.

Biểu đồ trên hình 2 là biểu đồ thiết kế ổn định của kè thảm bê tông đặt trên nền cát được xây dựng với giả thiết cát chặt trung bình có góc nội ma sát 35° .



Hình 2. Biểu đồ ổn định trượt của nền kè thảm bê tông trên nền cát chặt có góc nội ma sát 35° [2]

1) Mái dốc 1:5; 2) Mái dốc 1:4; 3) Mái dốc 1:3; 4) Mái dốc 1:2

Khi thảm bê tông đặt trên một lớp đệm lọc có chiều dày b , chiều dày của lớp mặt trên các biểu đồ được xem là: $D+b/\Delta_1$

Với Δ_1 là tỷ trọng tương đối của lớp mặt trong nước, xác định theo công thức:

$$\Delta_1 = (\rho_1 - \rho) / \rho \quad (1)$$

ρ : Khối lượng đơn vị của nước (kg/m^3)

ρ_1 : Khối lượng đơn vị của lớp mặt (kg/m^3)

Với kè thảm bê tông: $\Delta_1 = 1,2 \div 1,9$

* *Hiện tượng hóa lỏng*

Khi sức căng quá tải của nước xuất hiện làm giảm áp lực liên kết giữa các hạt và giảm sức kháng trượt gây lên hiện tượng hóa mềm hay hóa lỏng.

Khi lớp mặt trên đất nền là đất sét hoặc lớp đệm lọc là cấp phối hạt, hiện tượng hóa lỏng không xuất hiện.

Khi lớp mặt trên đất nền là cát, hiện tượng hóa lỏng không xuất hiện nếu:

- Độ dốc mái kè thoải hơn hoặc bằng 1:3
- Độ dốc mái kè thoải hơn 1:2 và chiều cao sóng nhỏ hơn 2m
- Độ dốc mái kè thoải hơn 1:2 khi đất nền được đầm chặt.

** Hiện tượng sụt giảm mực nước*

Sự nguy hiểm khi mực nước giảm phụ thuộc vào chiều dài rò rỉ, hay phụ thuộc vào tính chất cơ lý của lớp bề mặt và lớp đất nền. Nếu kè thấm bê tông trên nền đất cát thì chiều dài rò rỉ nhỏ nên sự giảm mực nước ít gây nguy hiểm cho kè.

Một kè thấm bê tông có độ dốc mái 1:2, chiều dày $D = 0,1\text{m}$, tỷ trọng tương đối của lớp mặt trong nước $\Delta_1 = 1,3$ trên nền cát. Nếu chiều dài rò rỉ lớn hơn $0,2\text{ m}$, thì độ thấm của lớp mặt $\leq 7,5 \cdot 10^{-5}\text{m/s}$, trong trường hợp này hiện tượng giảm mực nước tương đối nguy hiểm.

2.3. Tải trọng dòng chảy

Tải trọng của dòng chảy tác dụng lên kè thấm bê tông phụ thuộc vào tốc độ dòng chảy và được xác định theo công thức của Pilarczyk [1]:

$$\Delta_1 \cdot D = 0,035 \cdot \frac{\phi}{\psi} \cdot \frac{K_t K_h}{K_s} \cdot \frac{u_{ct}^2}{2g} \quad (2)$$

Thông số mái K_s là sự ổn định các thành phần kè phụ thuộc vào độ dốc mái α và góc nội ma sát θ của vật liệu kè:

Với thấm bê tông liên kết cấp có neo: $K_s = \cos\alpha$

Với thấm không neo, bê tông ghép không liên kết:

$$K_s = \sqrt{1 - (\sin\alpha / \sin\theta)^2} \quad (3)$$

Thông số ổn định ϕ và thông số Shield tới hạn ψ phụ thuộc vào loại kết cấu kè.

Thông số chiều sâu nước K_h phụ thuộc vào cách thức phát triển và độ ráp của dòng chảy.

$$K_h = \left(\frac{h}{K_s}\right)^{-0.2} \quad (4)$$

h: Chiều sâu dòng sông

α : Góc dốc mái kè

3. Ứng dụng tính toán kè thấm bê tông

Tính toán kè thấm bê tông chịu tác động tải trọng sóng và dòng chảy rối với điều kiện biên như sau:

- Chiều cao sóng : $H_s = 0,5\text{m}$;
- Chu kỳ sóng : $T_p = 4\text{s}$;
- Độ dốc mái kè : $\cot\alpha = 3$;
- Chiều sâu kênh dẫn : $h = 1,5\text{m}$
- Vận tốc dòng chảy trung bình : $u_{ct} = 3,2\text{ m/s}$
- Tỷ trọng tương đối : $\Delta_1 = 1,5$

Đất nền là cát đầm chặt có $D_{50} = 0,15\text{mm}$ với góc nội ma sát của nền cát : $\theta_1 = 35^\circ$

Chiều dài rò rỉ xác định là $0,2\text{ m}$.

** Xét ảnh hưởng của tải trọng sóng*

Chiều dài sóng nước sâu ở thời điểm đỉnh : $L_{op} = g/2\pi \cdot T_p^2 = 25\text{m}$

Độ dốc sóng	: $S_{op} = H_s/L_{op}=0,02$
	$\xi_{op} = \frac{\tan\alpha}{\sqrt{H_s/L_{op}}} = 2.36$
Thông số sóng vỡ	:
Thông số kè trên nền cát (tra bảng 1)	: $F=5 \div 6$
Tải trọng tới hạn	: $H_s/D = F \cdot \xi_{op}^{-2/3} = 2.8 \div 3.4$
Chiều dày yêu cầu của tấm bê tông theo tiêu chuẩn: $D=0,15 \div 0,18m$.	

*** Kiểm tra ổn định của đất nền:**

Hiện tượng tích dẽo: Theo biểu đồ hình 2, ứng với chiều dày $D=0,15 \div 0,18m$ của tấm bê tông được neo tốt và mái dốc 1:3 thì chiều cao sóng cho phép lớn hơn $0,6 \div 0,8m$. Chiều cao sóng thiết kế $H_s = 0.5m$ nên hiện tượng tích dẽo không xảy ra.

Hiện tượng hóa lỏng: Vì cát được đầm chặt và độ dốc mái 1:3 nên theo quy định thiết kế không xảy ra hiện tượng hóa lỏng.

Hiện tượng giảm mức nước: Vì kè tấm bê tông trên nền đất cát với chiều dài rò rỉ nhỏ (0.2m) nên không xảy ra nguy hiểm khi hạ mực nước ngầm.

*** Xét ảnh hưởng của dòng chảy**

- Hệ số xáo động của dòng chảy rối	: $K_f=2,0$
- Thông số chiều sâu nước	: $K_n=0,4$
- Góc nội ma sát của vật liệu kè	
Với kè bê tông có neo	: $\theta=90^\circ$
Với kè bê tông không neo	: $\theta= \frac{3}{4} \theta_1 = 26^\circ$
- Thông số mái	
Với kè bê tông có neo	: $K_s=\cos\alpha = 0,95$
Với kè bê tông không neo	: $K_s=0,58$
- Thông số ổn định của kè	: $\phi=0,5$ cho phía trong của tấm $\phi = 0,75$ cho mép của tấm
- Thông số Shield tới hạn của kè	: $\psi=0,07$

Thay các số trị trên và giá trị của u_{ct} và Δ_1 vào công thức của Pilarczyk (2), các chiều dày yêu cầu của lớp bê tông như sau:

- Tấm có neo, chiều dày tấm bê tông phía trong tấm: $D=0,08m$
chiều dày tấm bê tông ở mép tấm: $D= 0,12m$
- Tấm không neo, chiều dày tấm bê tông phía trong tấm: $D=0,12m$
chiều dày tấm bê tông ở mép tấm: $D= 0,19m$

4. Kết luận

Như vậy, chiều dày tấm bê tông phụ thuộc vào cấu trúc đất nền, chiều cao sóng và sự phát triển của dòng chảy. Trong cùng 1 điều kiện biên tiêu chuẩn, chiều dày lớp tấm bê tông của kè chịu ảnh hưởng tải trọng sóng lớn hơn chiều dày tấm bê tông của kè chịu tác động của dòng chảy. Khi kè chịu tải trọng sóng nên thiết kế tấm bê tông có neo tốt vào đất nền.

Để đảm bảo mép tấm bê tông không bị cuốn lật khi chịu tải trọng thủy lực, các tấm bê tông ở mép tấm nên thiết kế dày hơn tấm bê tông phía trong tấm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. Klein Breteler, K. W. Pilarczyk, T. Stoutjesdijk. Design of alternative revetments.Coastal engineering 1998;
- [2] K.W. Pilarczyk. Dikes and Revetments 1998;
- [3] Nguyễn Văn Bản – Viện khoa học thủy lợi Việt Nam: Nghiên cứu ứng dụng và làm chủ công nghệ thiết kế, thi công tấm bê tông tông bao khuôn (Fs) để bảo vệ bờ công trình thủy lợi 2004;
- [4] TCVN 8419: 2010, Công trình thủy lợi - Thiết kế công trình bảo vệ bờ sông để chống lũ;