

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG KIỂU TƯỜNG CHẮN CÓ BỆ GIẢM TẢI, SÀN GIẢM TẢI TRONG ỔN ĐỊNH MÁI TALUY ĐƯỜNG MIỀN NÚI TẠI VIỆT NAM

Bùi Phú Doanh¹

Tóm tắt: Tường chắn là công trình được sử dụng khá phổ biến trong giải pháp giữ ổn định cho mái taluy nền đường. Trong bài báo này, tác giả trình bày các khái niệm cơ bản về tường chắn có bộ giảm tải, tường chắn có sàn giảm tải, tình hình sử dụng loại hình tường chắn này ở nước ta và các nước trên thế giới. Thông qua đó giới thiệu phương pháp tính toán và kiến nghị khả năng, phạm vi áp dụng loại tường chắn này xử lý ổn định mái taluy cho các tuyến đường miền núi ở Việt Nam.

Từ khóa: Tường chắn có bộ giảm tải; Tường chắn có sàn giảm tải; Sụt trượt; Sườn dốc.

Abstract : Retaining Wall is fairly common solution used in stabilizing the slope of the road embankment. In this acticle, the author presents the basic concepts of new-type walls with the barrier and floor to reduce load, the use of this type of wall in Viet Nam and in the world. Through which to introduce caculation method and recommend capabilities, slope of application of this type of wall for the slope stability of the mountain road in Viet Nam.

Key word: Barrier Retaining Wall; Floor Retaining Wall; Landslip; Slope

Nhận ngày 28/11/2012, chỉnh sửa ngày 21/3/2013, chấp nhận đăng 30/3/2013

1. Tổng quan

Việc xây dựng công trình giao thông trên địa hình sườn dốc luôn tồn tại những nguy cơ gây sụt trượt. Sụt trượt xảy ra do sự phá vỡ trạng thái tự nhiên vốn có của mái dốc khi đào hoặc đắp taluy. Nếu đối với quá trình thi công, sụt trượt chủ yếu chỉ ảnh hưởng đến an toàn lao động, chi phí thi công... thì trong giai đoạn khai thác, mức độ sụt trượt của tuyến đường có ảnh hưởng rất lớn đến khả năng lưu thông và hiệu quả khai thác của nó. Do điều kiện tự nhiên phức tạp, khả năng chọn tuyến để tránh tất cả các vị trí có địa hình khó khăn hầu như không thể.

Vấn đề sụt trượt taluy là một vấn đề rất cần giải quyết để đảm bảo sự khai thác bình thường và lâu dài của các tuyến đường. Trên các công trình này, hàng năm nhà nước phải chi ra hàng ngàn tỉ đồng cho các công tác “bền vững hóa”, “kiên cố hóa” nhưng hiệu quả là không cao, sụt trượt vẫn thường xuyên xảy ra, đặc biệt là vào mùa mưa lũ.

Bên cạnh những vấn đề nêu trên, ngày nay việc thiết kế bền vững, không xâm hại, phá hoại môi trường thiên nhiên, ứng biến với biến đổi khí hậu được đặt ra như một vấn đề nóng bỏng và cấp bách. Vì vậy, việc tránh phá vỡ trạng thái tự nhiên, bảo tồn môi trường, thăm thực vật nơi tuyến đường đi qua và thiết kế hài hòa với thiên nhiên là hết sức cần thiết.

¹ TS, Khoa Xây dựng Cầu đường, Trường Đại học Xây dựng. E-mail: doanhsd@gmail.com



Hình 1. Ta luy đào sâu, đắp cao luôn là mối đe dọa đối với điều kiện khai thác của tuyến đường



Hình 2. Tường chắn tuyến Thành Đô - Trùng Khánh, tỉnh Tứ Xuyên, Trung Quốc

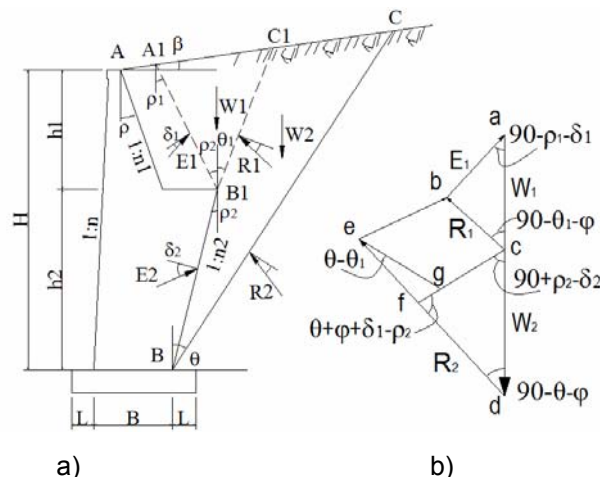
Để thay thế cho giải pháp đào sâu, đắp cao, và tránh các hệ quả mà nó gây ra, một số nước trên thế giới đã và đang áp dụng loại hình tường chắn có bệ giảm tải, tường chắn có sàn giảm tải với chiều cao hiệu quả lên đến 20m. Tường chắn kiểu mới loại này cũng được sử dụng rộng rãi ở đường đắp cao đầu cầu, cầu vượt trong và ngoài đô thị cũng như một số ứng dụng khác. Các nước sử dụng nhiều nhất loại hình tường chắn có sàn giảm tải trong công trình giao thông cũng như bến cảng và có nhiều kinh nghiệm như Liên Xô, Nhật Bản và một số quốc gia khác như Trung Quốc, Ấn Độ,...

Đối với Ấn Độ, trong những năm 50 của thế kỷ 20 đã bắt đầu thiết kế một khối lượng rất lớn loại hình tường chắn này. Khối lượng tường chắn có sàn giảm tải chiếm đến khoảng 60% tổng chiều dài tường chắn mà nước này đã sử dụng trong những năm 50 đến nay trong công trình giao thông.

Đối với Trung Quốc, tường có sàn giảm tải được áp dụng trong cảng đường thủy rất nhiều, đặc biệt là tường có bản giảm tải dạng đầu ngựa. Những năm 60 của thế kỷ 20 ngành ô tô và đường sắt đã sử dụng một số lượng rất lớn loại hình tường chắn này với sự kết hợp thực tế và thí nghiệm trong phòng. Những năm 90 của thế kỷ 20, ngành giao thông Trung Quốc đã tiến hành nguyên cứu quy mô loại hình tường chắn có sàn giảm tải từ chiều cao thấp đến cao trong phòng thí nghiệm, trong đó kết hợp tuyến đường Nam - Côn (Nam Ninh - Côn Minh) đã thiết kế và ứng dụng rất nhiều loại hình tường chắn có sàn giảm tải. Thông qua rất nhiều năm kinh nghiệm và thực tiễn, hệ thống tường chắn có sàn giảm tải đã hoàn thành bộ thiết kế điển hình, chỉ dẫn thiết kế, thi công và nghiệm thu để ứng dụng [5]. Kết quả áp dụng tại Trung Quốc cho thấy rằng, nhờ có sàn giảm tải, tường chắn loại hình này giảm đến 30% áp lực đất nằm ngang lên thân tường và tiết kiệm trung bình đến 20% kinh phí đầu tư xây dựng so với tường trọng lực cùng chiều cao.

Như vậy, “Tường chắn có bệ giảm tải, sàn giảm tải, là tường chắn trong đó bệ giảm tải, sàn giảm tải làm chức năng giảm áp lực đất lên lưng tường và tăng cường khả năng ổn định chung cho tường”. Các loại hình tường chắn có sàn giảm tải được sử dụng phổ biến hiện nay tại các nước nêu trên bao gồm: Tường chắn có bệ giảm tải (hình 3a); Tường chắn có bản giảm tải (hình 3b) và tường chắn có bản giảm tải dạng đầu ngựa (hình 3c).

2.2 Áp lực đất lên tường chắn có bộ giảm tải [5]



Hình 5. Sơ đồ tính áp lực đất của tường chắn có bộ giảm tải.

Xét phần thân tường phía trên, một phần đất đắp được bộ giảm tải đỡ theo như hình 5a. Khi khối đất đắp sau lưng tường đạt trạng thái cân bằng giới hạn, các điểm nằm trên lưng tường không đạt đến trạng thái cân bằng giới hạn. Trường hợp này giả thuyết Coulomb về một mặt trượt trùng với mặt tường không còn ứng dụng được nữa. Phần đất trên thân tường liên kết chặt chẽ với tường gọi là nệm đất chết, mặt trượt thứ hai là mặt trượt B1A1.

Góc giới hạn của nệm đất chết là góc ρ_1 , mặt trượt xác định cho trọng lượng đất tác dụng lên thân tường phía trên W_1 là θ_1 (hình 5a).

Mặt trượt hình thành theo các góc ρ_1 và θ_1 được xác định:

$$\rho_1 = \arctan\left(\frac{\cos\varphi \sin(\varphi - \beta)}{\cos\beta + \sqrt{\sin^2\varphi - \sin^2\beta - \cos\varphi \cos(\varphi - \beta)}}\right) \quad (3)$$

$$\theta_1 = 90^\circ - \varphi - \rho_1 \quad (4)$$

Việc tính toán phần thân tường phía trên theo các mặt trượt B1A1 và B1C1 được tính theo giả thuyết Coulomb theo các công thức (1), (2) đã trình bày.

Để tính áp lực đất lên phần thân tường phía dưới ta xét sơ đồ lực (hình 5a)

Ta có: $E_2 + \Delta E = W_2 \frac{\sin(90^\circ - \theta - \varphi)}{\sin(\theta + \varphi + \delta_2 - \rho_2)}$ (5); Xét tam giác efg hình 5b, ta có:

$$\Delta E = R_1 \frac{\sin(\theta - \theta_1)}{\sin(\theta + \varphi + \delta_2 - \rho_2)} \quad (6); \text{ Trọng lượng } W_2 \text{ được xác định:}$$

$$W_2 = \gamma \left[A_0 \frac{\sin(\theta - \rho_2)}{\cos(\theta + \beta)} - B_0 \right] \quad (7); \text{ Trong đó:}$$

$$A_0 = \frac{1}{2} H_2^2 \left[\frac{1}{\cos\rho_2} + \frac{H_1}{H_2} \frac{\cos(\rho_1 - \beta)}{\cos\rho_1 \cos(\rho_2 + \beta)} \right]^2 \cos(\rho_2 + \beta) \quad (8)$$

$$B_0 = \frac{1}{2} H_1^2 \frac{\sin(\theta_1 - \rho_2) \cos^2(\rho_1 - \beta)}{\cos^2\rho_1 \cos(\rho_2 + \beta) \cos(\theta_1 + \beta)} \quad (9)$$

Thay (6), (7) vào (5) ta được:

$$E_2 = \gamma \left[A_0 \frac{\sin(\theta - \rho_2)}{\cos(\theta + \beta)} - B_0 \right] \frac{\cos(\theta + \varphi)}{\sin(\theta + \varphi + \delta_2 - \rho_2)} - R_1 \frac{\sin(\theta - \theta_1)}{\sin(\theta + \varphi + \delta_2 - \rho_2)} \quad (10)$$

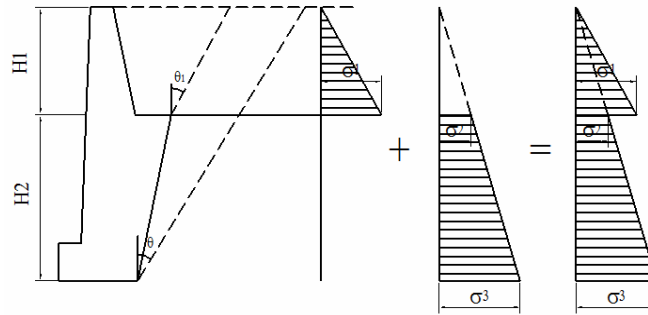
Giá trị của E_2 phụ thuộc vào góc mặt trượt phá hoại θ , xét vi phân $\frac{dE_2}{d\theta} = 0$, ta được:

$$\tan((\theta + \beta) = -\tan\psi_2 + \sqrt{(\tan\psi_2 + \cot\psi_1)[\tan\psi_2 + \tan(\alpha_2 + \beta)]} + D \quad (11)$$

trong đó: $\psi_1 = \varphi + \beta$; $\psi_2 = \varphi + \delta_2 - \alpha_2 - \beta$;

$$D = \frac{1}{A_0 \cos(\alpha_2 + \beta)} \left[B_0 (\tan\psi_2 + \cot\psi_1 - \frac{R_1 \sin(\psi_2 + \theta_1 + \beta)}{\gamma \sin\psi_1 \cos\psi_2}) \right] \quad (12)$$

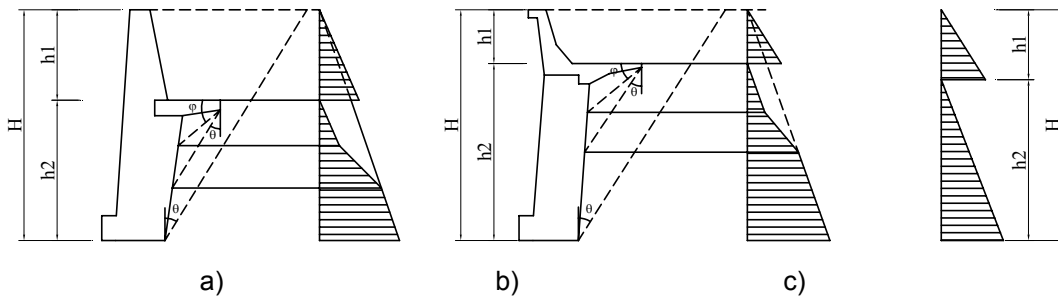
Biểu đồ phân bố áp lực đất lên tường chắn được thể hiện như ở hình 6, trong đó các giá trị σ được tính theo các công thức dưới đây:



Hình 6. Áp lực đất lên tường chắn có bệ giảm tải

$$\sigma_1 = 2 \frac{E_1}{H_1}; \quad \sigma_2 = \frac{2E_2}{H_2(2 + \frac{H_2}{H_1})}; \quad \sigma_3 = \frac{2E_2}{(\frac{H_1 H_2}{H_1 + H_2} + H_2)}$$

2.3 Áp lực đất lên tường chắn có bản giảm tải và bản giảm tải dạng đầu ngựa [5]



Hình 7. Áp lực đất lên tường chắn có bản giảm tải

Cách tính áp lực đất lên tường chắn có bản giảm tải và bản giảm tải dạng đầu ngựa được thực hiện theo sơ đồ lực giống với tường chắn có bệ giảm tải. Điểm khác biệt là bản giảm tải ngăn áp lực đất phía trên nó truyền xuống dưới nên áp lực đất tại đáy bản giảm tải bằng 0. Biểu đồ áp lực đất thể hiện như ở hình 7a và hình 7b. Tuy nhiên, để đơn giản trong tính toán có thể xem áp lực đất E_2 phân bố theo dạng hình tam giác (như hình 7c).

3. Kiểm tra ổn định tổng thể và độ bền các mặt cắt thân tường

3.1 Kiểm tra ổn định tổng thể

$$\text{Độ lệch tâm của hợp lực: } e = \frac{\sum M}{\sum Q} \leq \frac{B_1}{6} \quad (13)$$

Theo tiêu chuẩn thiết kế của Trung Quốc giá trị $e \leq 1/6$ bề rộng tiết diện tường tại vị trí kiểm tra;

$$\text{Điều kiện ổn định trượt: } K_c = \frac{\sum Q \cdot f}{\sum E_x} \geq [K_c] \quad (14)$$

Theo tiêu chuẩn thiết kế của Trung Quốc giá trị $K_c = 1,3$;

$$\text{Điều kiện ổn định lật: } K_0 = \frac{\sum M_y}{\sum M_x} \geq [K_0] \quad (15)$$

Theo tiêu chuẩn thiết kế của Trung Quốc giá trị $K_0 = 1,5$;

$$\text{Điều kiện cường độ nền đất: } \frac{\sum Q}{B_1} + \frac{6 \sum M}{B_1^2} \leq [R_n] \quad (16)$$

Trong đó:

$\sum Q$: Tổng lực thẳng đứng do áp lực đất đắp và trọng lượng bản thân tường gây nên.

$\sum E_x$: Tổng áp lực đất tác dụng lên tường chắn theo phương ngang.

$\sum M_y$: Tổng Momen do các lực thẳng đứng gồm áp lực đất và trọng lượng bản thân tường.

$\sum M_x$: Tổng Momen do các lực nằm ngang do áp lực đất theo phương ngang gây ra.

$\sum M$: Tổng Momen do các lực thẳng đứng và nằm ngang gây ra.

f : Hệ số ma sát giữa móng tường và nền đất.

B_1 : Bề rộng tiết diện tường tại mặt cắt kiểm tra (phần phía trên của bộ giảm tải hoặc sàn giảm tải).

$[R_n]$: Cường độ chịu tải của đất nền; $[K_c]$: Hệ số ổn định trượt; $[K_0]$: Hệ số ổn định lật.

3.2 Kiểm toán độ bền mặt cắt I-I

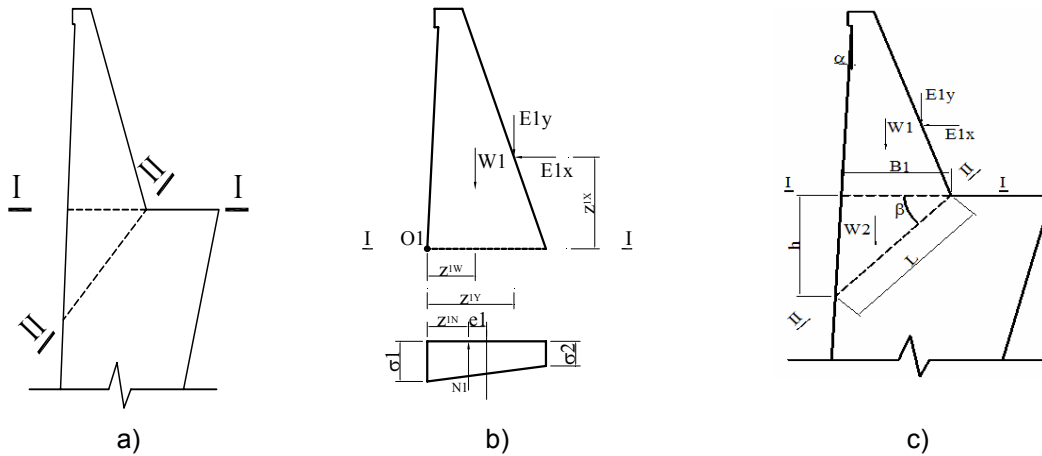
Độ lệch tâm e_1 của hợp lực xác định theo phương pháp nén lệch tâm theo sơ đồ thể hiện trên hình 8:

$$e_1 = \frac{B_1}{2} - Z_{1N} = \frac{B_1}{2} - \frac{W_1 Z_{1W} + E_{1y} Z_{1y} - E_{1x} Z_{1x}}{W_1 + E_{1y}} \quad (17)$$

Trong đó: B_1 : Bề rộng tiết diện tường chắn tại vị trí kiểm tra ; Z_{1N} : Khoảng cách từ hợp lực N_1 đến điểm O_1 .

* Trường hợp $e_1 \leq B_1/6$, độ lệch tâm nhỏ, tiết diện chịu nén hoàn toàn:

$$\sigma_{1,2} = \frac{W_1 + E_{1y}}{B_1} \left(1 \pm \frac{6e_1}{B_1} \right) \leq [\sigma_a] \quad (18)$$



Hình 8. Sơ đồ kiểm toán độ bền các mặt cắt

* Trường hợp $e_1 > B_1/6$, độ lệch tâm lớn,

Ứng suất kéo được xác định:

$$\sigma_1 = \frac{W_1 + E_{1y}}{B_1} \left(1 - \frac{6e_1}{B_1}\right) \leq [\sigma_1] \quad (19)$$

Trong đó: $[\sigma_a], [\sigma_1]$: ứng suất chịu nén, chịu kéo giới hạn của vật liệu làm tường chắn.

Lực cắt qua tiết diện 1-1 (hình 8.b):

$$\tau = \frac{E_{1x}}{B} \leq [\tau] \quad (20); \text{ Trong đó: } [\tau]: \text{ Khả năng chịu cắt của vật liệu.}$$

3.3 Kiểm toán độ bền mặt cắt II-II

Mặt cắt II-II được kiểm toán theo sơ đồ hình 8.c.

Góc β được xác định phụ thuộc vào tỉ số giá trị lực nằm ngang E_{1x} và lực thẳng đứng ($W_1 + W_2 + E_{1y}$). Giá trị $\tau_{\max}$ được xác định theo β :

$$\tan \beta = -A \pm \sqrt{A^2 + 1} \quad (21)$$

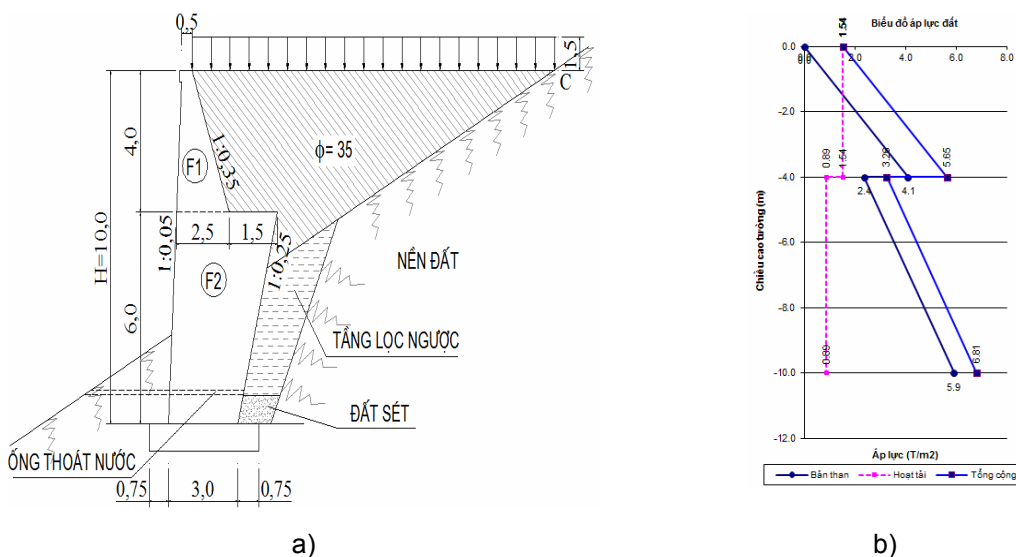
$$\text{Trong đó: } A = \frac{\tau_\gamma - \tau_x - \tau_w \tan \alpha}{\tau_x \tan \alpha - \tau_w}; \text{ Với: } \tau_x = \frac{E_{1x}}{B}; \tau_w = \frac{E_{1y} + W_1}{B}; \tau_\gamma = \frac{1}{2} \gamma B;$$

Lực cắt qua mặt cắt II-II được xác định:

$$\tau = \cos^2 \beta [\tau_x (1 - \tan \alpha \tan \beta) + \tau_w \tan \beta (1 - \tan \alpha \tan \beta) + \tau_\gamma \tan^2 \beta] \leq [\tau] \quad (22)$$

4. Ví dụ áp dụng

Tường chắn taluy âm Km123+757, quốc lộ 24 đoạn tránh đèo Măng Đen tỉnh Kon Tum. Chiều cao 10m như hình vẽ 4.a, các chỉ tiêu đất nền và đất rời đắp sau lưng tường như sau: $\varphi = 35^\circ$, $\gamma = 1,75 \text{ T/m}^3$, hệ số ma sát $f = 0,4$, cường độ chịu tải $R = 5 \text{ kg/cm}^2$. Tải trọng hoạt tải được quy đổi thành lớp đất tương đương có chiều dày 1,5m. Thân tường bằng bê tông M150, dung trọng $\gamma = 2,2 \text{ T/m}^3$.



Hình 9. Ví dụ tính toán trong trường hợp cụ thể

4.1 Xác định áp lực tiêu chuẩn:

- Xác định E_1 theo công thức 1, 2; ta được: áp lực do đất đắp $E_{a01} = 8,22 \text{ T/m}$; áp lực do hoạt tải $E_{a1} = 6,16 \text{ T/m}$;

- Xác định E_2 theo công thức 10, ta được: áp lực do đất đắp $E_{a01} = 24,86 \text{ T/m}$; áp lực do hoạt tải $E_{a1} = 5,33 \text{ T/m}$; Biểu đồ áp lực đất thể hiện ở hình 9.b;

4.2 Kiểm tra các điều kiện ổn định

Kiểm tra điều kiện chống lật: $K_0 = 1,62 > [K_0] = 1,5$: Đảm bảo chống lật;

Kiểm tra điều kiện chống trượt: $K_c = 1,51 > [K_0] = 1,3$: Đảm bảo chống trượt;

Ứng suất đáy móng $\sigma_{\max} = 4,5 \text{ Kg/cm}^2$; $\sigma_{\min} = 1,1 \text{ kg/cm}^2$; $\sigma_{\max} < [\sigma] = 5 \text{ kg/cm}^2$.

4.3 Kiểm tra điều kiện bền mặt cắt I-I, II-II

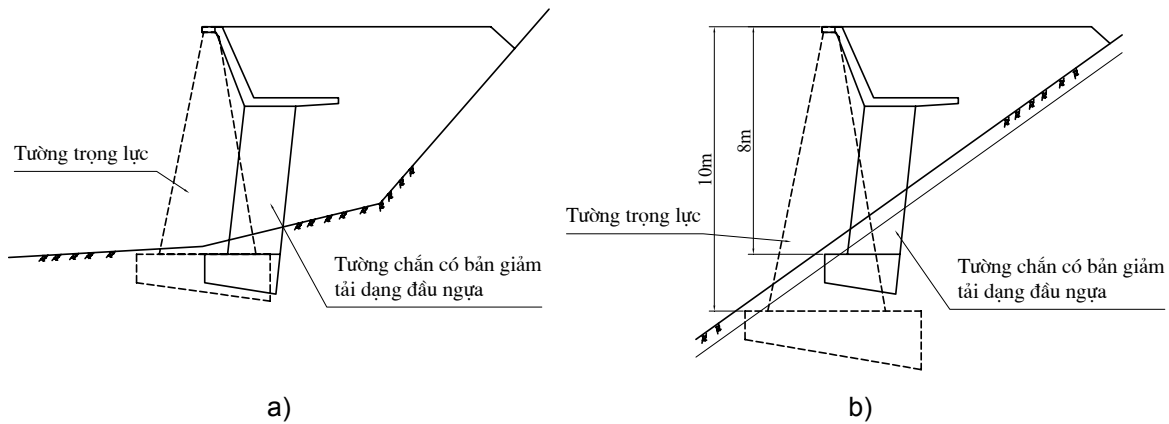
Mặt cắt I-I: $\sigma_{\max} = 1,91 \text{ Kg/cm}^2$; $\sigma_{\min} = 0,29 \text{ kg/cm}^2$; $\tau = 0,25 \text{ kg/cm}^2$;

Mặt cắt II-II: $\tau = 0,63 \text{ kg/cm}^2$; Thỏa mãn yêu cầu.

5. Phân tích khả năng áp dụng của tường chắn kiểu mới

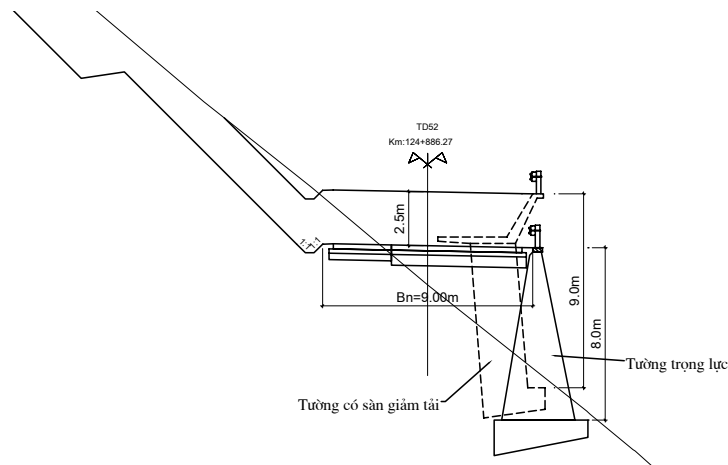
Tường chắn có bệ giảm tải, tường chắn có sàn giảm tải có chiều cao lớn, mang lại cho thiết kế khả năng nâng cao đường đô và sự linh hoạt trong thiết kế đường đô, hạn chế đào taluy dương ở sườn dốc lớn, tránh làm phá hoại tầng phủ phía taluy dương. Hạn chế sạt lở taluy dương vào mùa mưa lũ.

Ở cùng một chiều cao tường chắn, tường chắn có sàn giảm tải tiết kiệm được trung bình khoảng 20% khối lượng so với tường chắn trọng lực thông thường (hình 10a). Đặc biệt, ở địa hình sườn dốc lớn tường chắn có sàn giảm tải có hiệu quả đặc biệt rõ rệt, khi sử dụng tường chắn có sàn giảm tải có thể dẫn đến giảm khối lượng đáng kể so với tường trọng lực, như mô tả trên hình 10b.



Hình 10. So sánh cùng một chiều cao tường chắn trọng lực và tường chắn có bản giảm tải

Không như tường chắn trọng lực, có chiều cao lớn nhất là 8m, tường chắn có bản giảm tải có chiều cao hiệu quả lớn hơn, điều này có ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong việc lựa chọn chiều cao tường chắn hợp lý cho công trình. Như mô tả ở hình 11, ta thấy rằng phương án tường chắn trọng lực với chiều cao lớn nhất là 8m, taluy dương cần phải đào đến 4 cấp với chiều cao mỗi cấp cao 6m, trong khi đó nếu nâng cao độ thiết kế đường đờ lên khoảng 2,5m, thay thế tường chắn trọng lực cao 8m bằng tường chắn có bản giảm tải cao 9m thì taluy dương hoàn toàn không phải đào, điều này đem lại sự ổn định cần thiết và lâu dài cho taluy dương.



Hình 11. So sánh giải pháp tường chắn có bản giảm tải thay thế tường chắn trọng lực [8]

6. Kết luận, kiến nghị

Hiện nay, công trình tường chắn nền đường ô tô ở nước ta đang sử dụng phổ biến loại hình tường trọng lực theo thiết kế điển hình 86-06X (Viện thiết kế Giao thông vận tải lập và được Bộ Giao thông Vận tải ban hành năm 1986). Tuy nhiên, do hạn chế về mặt chiều cao của tường trọng lực nên khi thiết kế đường đờ người thiết kế luôn định hướng thiết kế sao cho đảm bảo đặt được tường chắn ở taluy âm tại các vị trí vực sâu với chiều cao 8m hoặc nhỏ hơn. Khi địa hình đòi cao và vực sâu xen kẽ nhau liên tục, việc đảm bảo chiều cao đặt tường chắn ở vực sẽ làm đào sâu taluy dương ở những đoạn kế cận hoặc làm cho đường đờ gãy khúc và giảm các chỉ tiêu khai thác của tuyến.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG

Với các ưu điểm về mặt kinh tế và kỹ thuật đã rút ra từ các nước có địa hình miền núi đang áp dụng, tường chắn có bệ giảm tải, sàn giảm tải sẽ là một lựa chọn hợp lý trong công tác phòng hộ và gia cố nền đường ở nước ta. Kiến nghị áp dụng thử nghiệm cho công trình thực tế kết hợp quan trắc và các thí nghiệm trong phòng để xây dựng chỉ dẫn thiết kế, thi công, nghiệm thu cho loại hình tường chắn này.

Tài liệu tham khảo

1. Hồ Chất, Doãn Minh Tâm (1985) - *Sổ tay phòng hộ và gia cố nền đường*, NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội.
2. Bùi Anh Định (2004) - *Cơ học đất*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
3. Phan Trường Phiệt (2010) - *Áp lực đất và tường chắn đất*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
4. R. Whitlow (1997), *Cơ học đất*, Người dịch: Nguyễn Uyên và Trịnh Văn Cường, NXB Giáo dục.
5. Xinxing Zhidang JieGou Sheji Yu Gongcheng Shili (2004), China Communications Press.
6. *Định hình thiết kế tường chắn 86-06X (1986)* Viện Khoa học công nghệ Giao thông vận tải.
7. *Hồ sơ thiết kế kỹ thuật đoạn tránh đèo Măng Đen*, Quốc lộ 24, tỉnh Kon Tum.