

TRƯỜNG CAO ĐẲNG XÂY DỰNG SỐ 3
KHOA XÂY DỰNG
BỘ MÔN ĐỊA KỸ THUẬT

THIẾT KẾ TƯỜNG CHẮN ĐẤT CÓ CỐT BẰNG LƯỚI
ĐỊA KỸ THUẬT

GV: NGUYỄN THANH DANH

Tp. Tuy Hòa, tháng 05 năm 2011

PHẠM VI NGHIÊN CỨU

- § Nghiên cứu các bước chính trong bài toán thiết kế tường chắn đất có cốt
- § Trình bày các bước thiết kế tường chắn gia cường bằng lưới địa kỹ thuật một trục.
- § Áp dụng để tính toán thiết kế tường chắn gia cường bằng lưới địa kỹ thuật một trục.

NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

I. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ LƯỚI ĐỊA KỸ THUẬT

II. THIẾT KẾ TƯỜNG CHẮN CÓ LƯỚI ĐỊA KỸ THUẬT GIA CƯỜNG

III. ÁP DỤNG THIẾT KẾ TƯỜNG CHẮN

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Victor Elias, P.E.; Barry R. Christopher, Ph.D, P.E and Ryan R. Berg, P.E. (2001). *Mechanically Stabilized earths walls and reinforced soil slopes Design & Construction Guidelines*. NHI - National Highway Institute office of Bridge Technology.
- [2] *BS 8006-1995: Code of practice for Strengthened/ Reinforced soils and other fills*. British Standard.
- [3] GS – TS Dương Học Hải. *Thiết kế và thi công tường chắn có cốt*. Nhà xuất bản Xây Dựng. Năm 2004.

I. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ LƯỚI ĐỊA KỸ THUẬT (Georids)

1. Cấu tạo

Lưới địa kỹ thuật được làm bằng chất polypropylene (PP), polyester (PE) hay bọc bằng polyetylen-teretalat (PET) với phương pháp ép và dẫn dọc.

Các lưới địa kỹ thuật thường làm bằng chất liệu polyetylen có tỷ trọng cao HDPE (High Density Polyethylen) giúp cho lưới bền vững dưới các tác động của môi trường, tia cực tím.

2. Tính năng



Lưới ĐKT 1 trục



Lưới ĐKT 2 trục



Lưới ĐKT TriAx

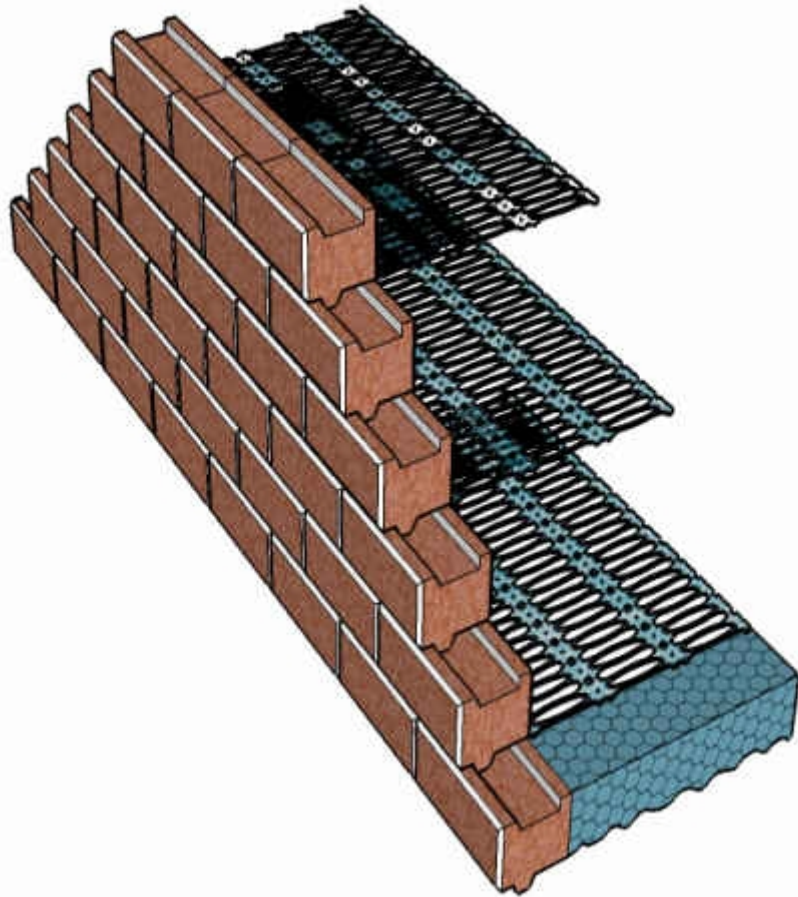
Lưới 1 trục (uniaxial geogrid) có sức chịu kéo theo một hướng dọc máy, thường để gia cố mái dốc, tường chắn.

Lưới 2 trục (biaxial geogrid) có sức kéo cả hai hướng, thường dùng để gia cố nền đường, nền móng công trình.

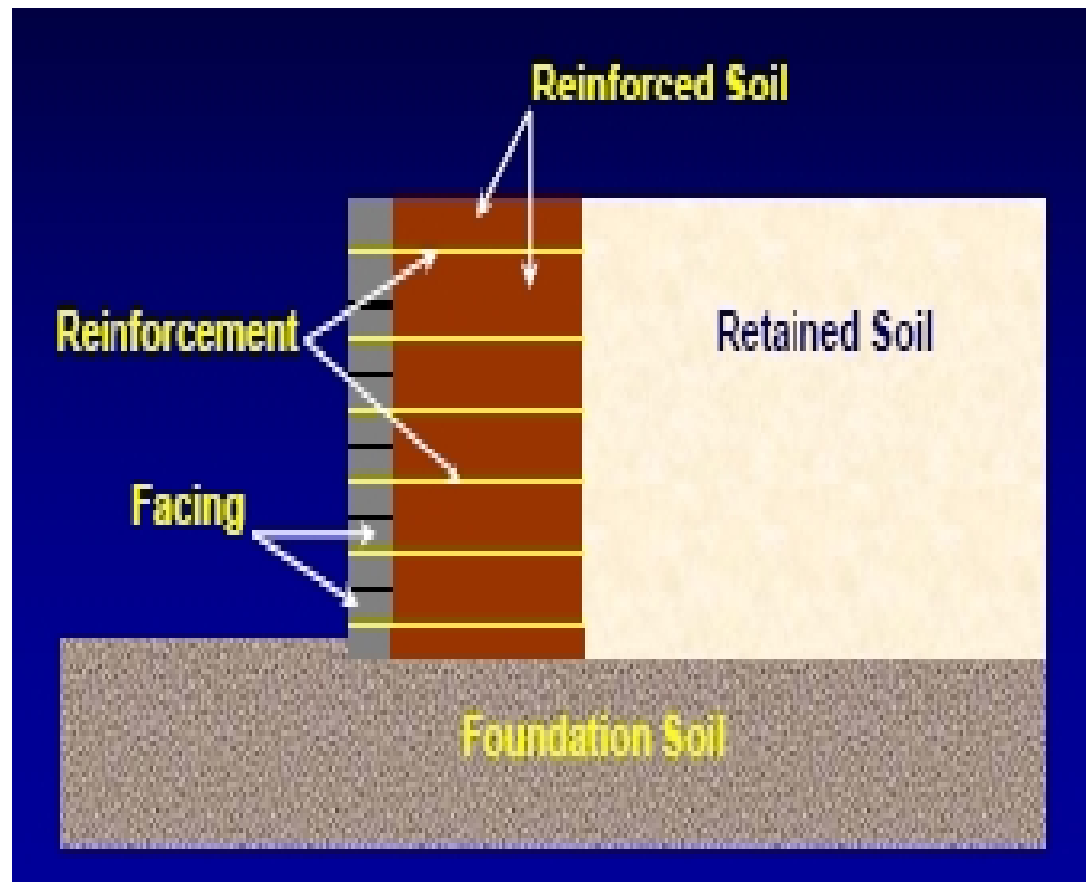
Lưới 3 trục (triaxial geogrid) có sức chịu kéo theo cả hai hướng, dùng để gia cố nền đất yếu.

3. Ứng dụng





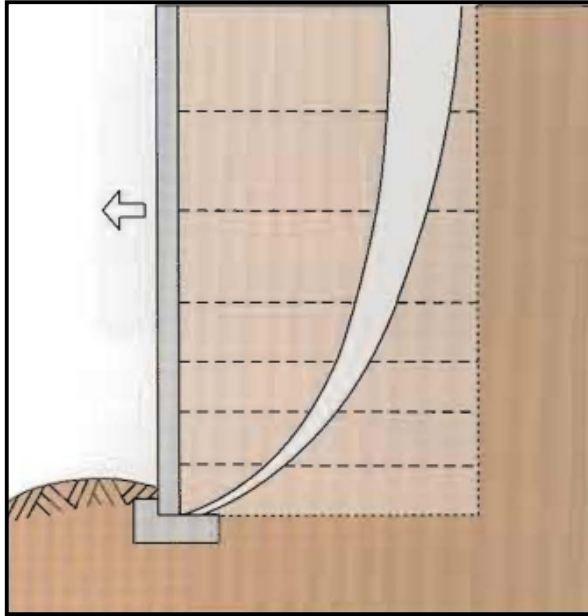
II. THIẾT KẾ TƯỜNG CHẮN CÓ LƯỚI ĐỊA KỸ THUẬT GIA CƯỜNG



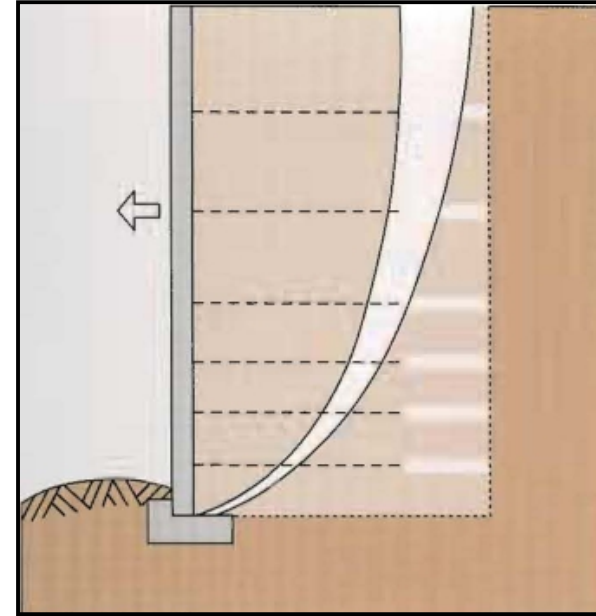
1. Thiết kế tường chắn có cốt gia cường bằng lưới địa kỹ thuật:

- q** Kiểm toán ổn định bản thân tường
- q** Kiểm toán ổn định tổng thể

q Kiểm toán ổn định bản thân tường



Kiểm toán khả năng
cốt bị kéo đứt

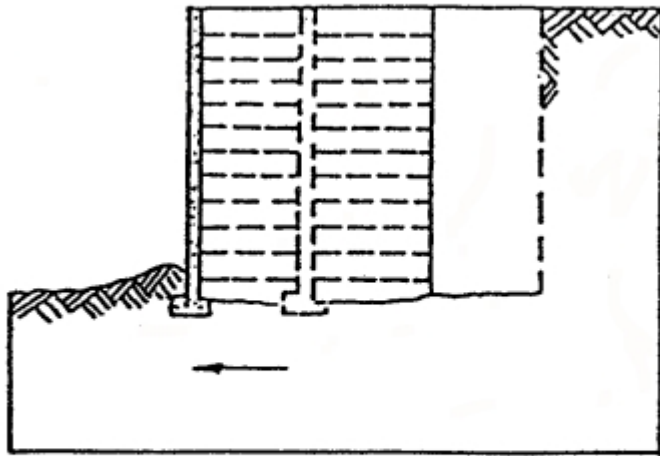


Kiểm toán khả năng
cốt bị kéo tuột

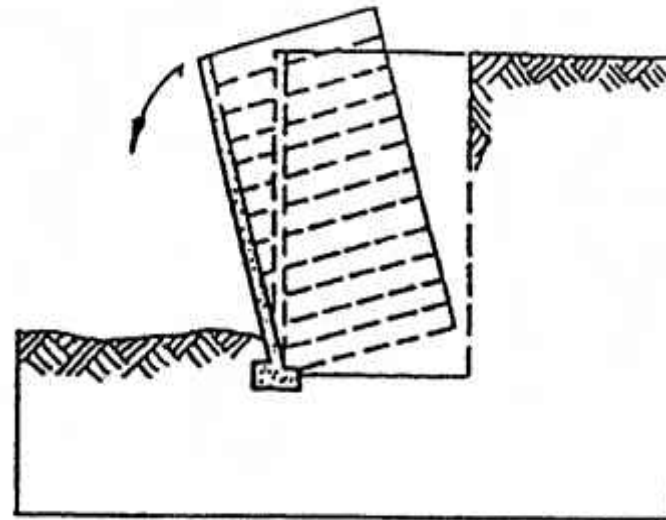
Nhằm mục đích:

- q** Xác định khoảng cách giữa các lớp lưới, S_v
- q** Xác định lực đẩy lớn nhất trong mỗi lớp lưới, $T_{\max}$
- q** Xác định chiều dài lưới, L

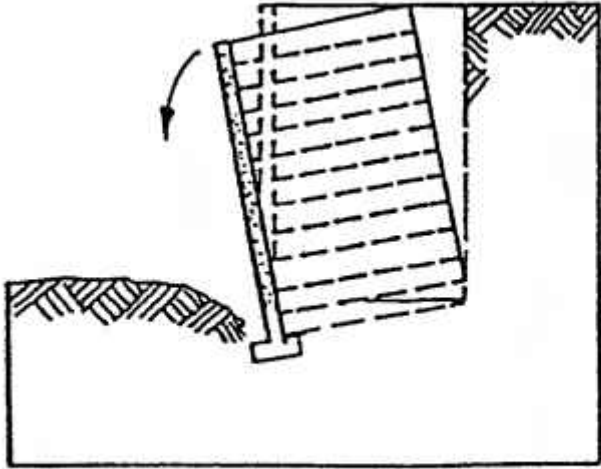
q Kiểm toán ổn định tổng thể bao gồm:



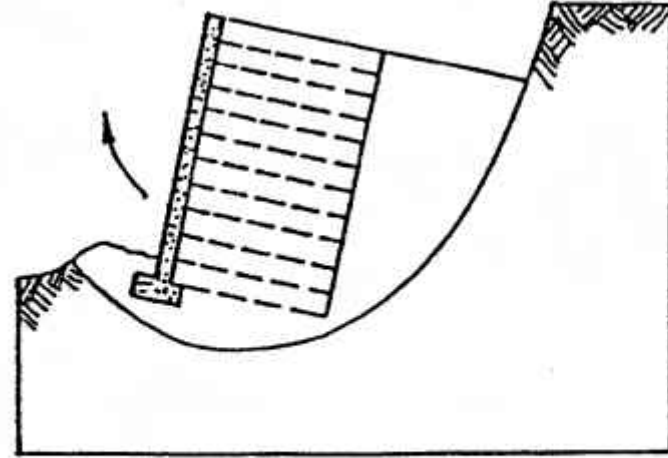
Kiểm toán trượt ngang



Kiểm toán lật

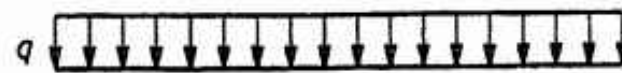


Kiểm toán ổn định nền

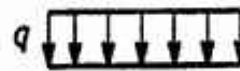


Kiểm toán trượt tổng thể

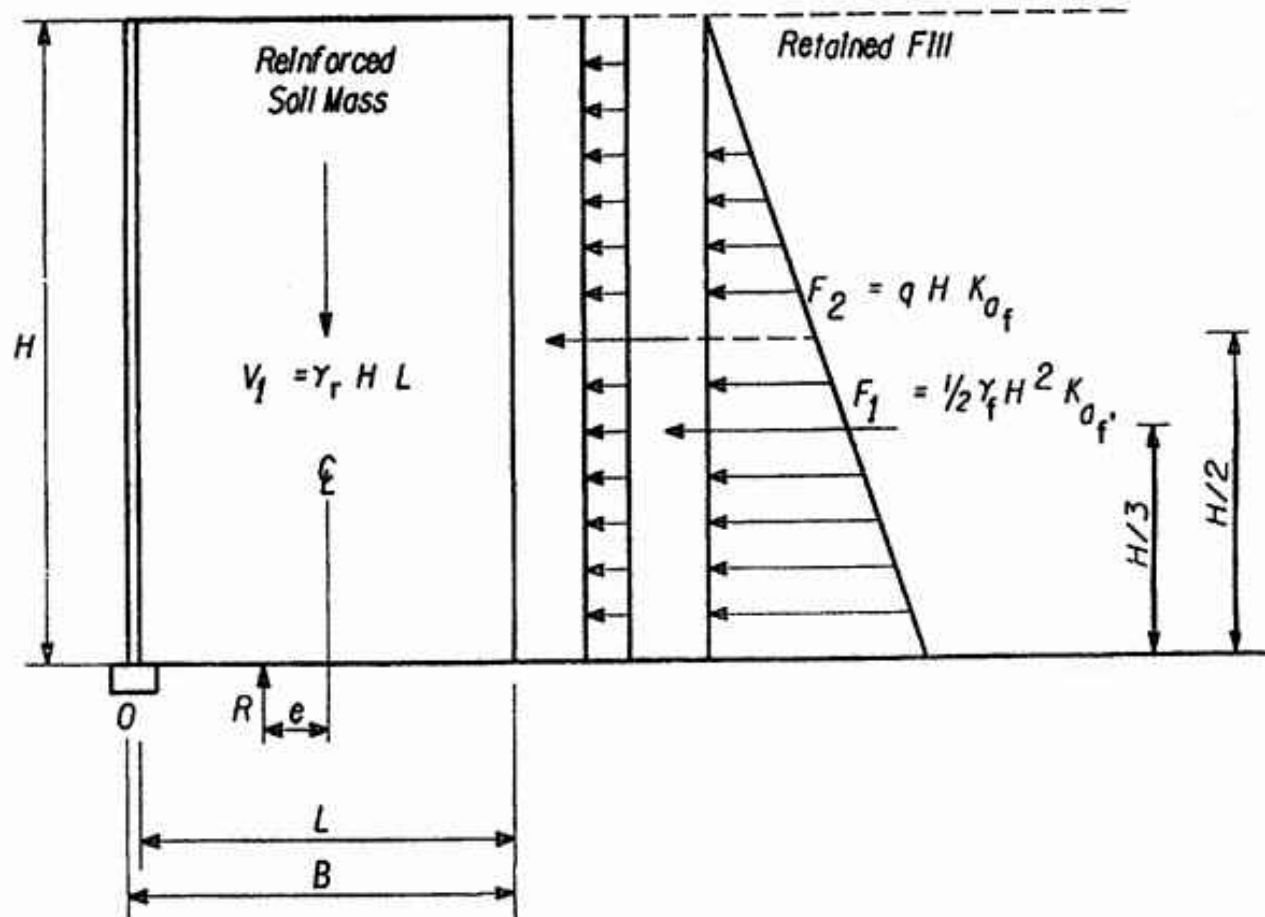
2. Sơ đồ kiểm toán

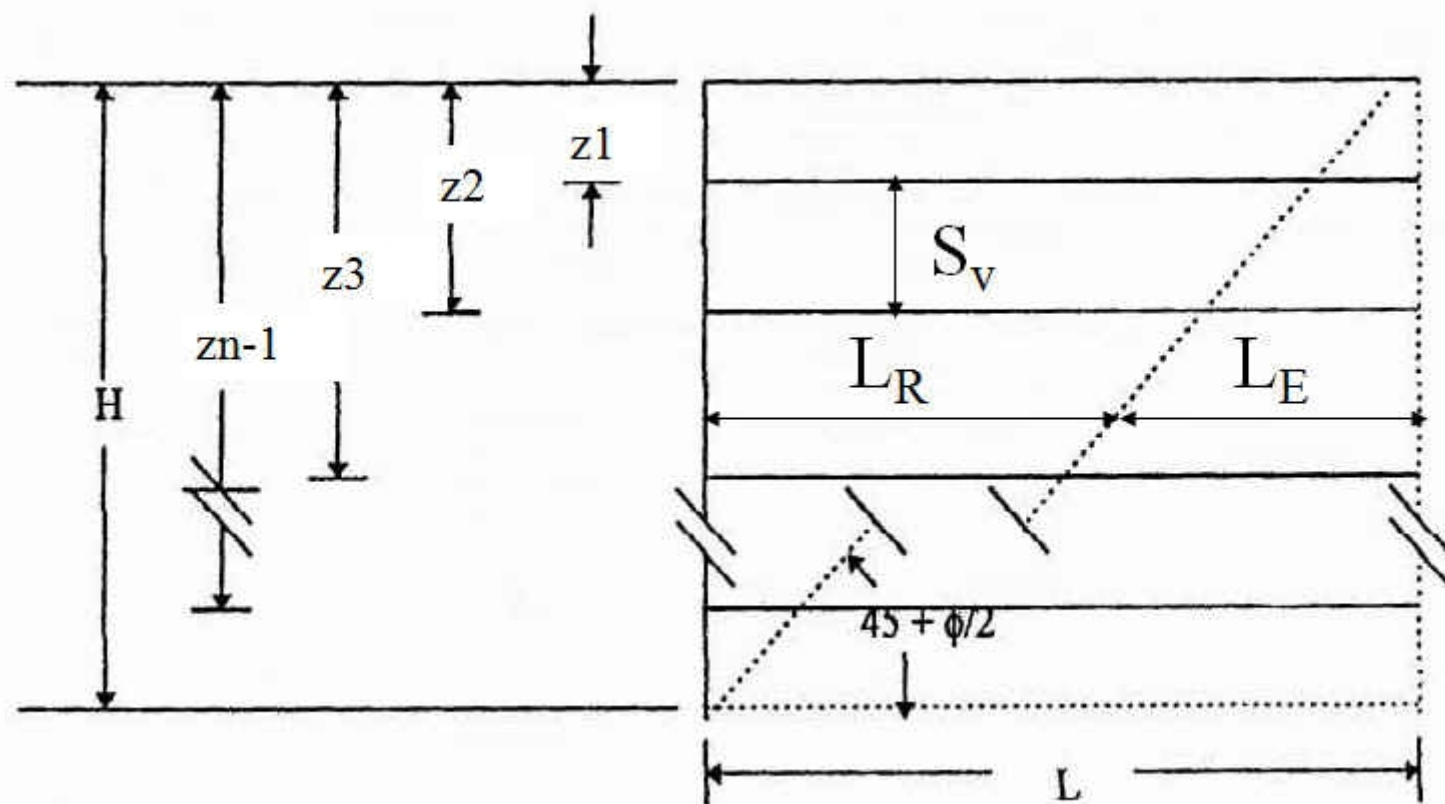


Assumed for bearing capacity
and overall (global) stability
comps.



Assumed for overturning (eccentricity)
sliding & pullout resistance
comps.





3. Hệ số áp lực ngang chủ động K_a của đất

q Trường hợp bề mặt tường đứng hoặc góc nghiêng so với phương đứng $\leq 8^\circ$ và bề mặt đất nằm ngang:

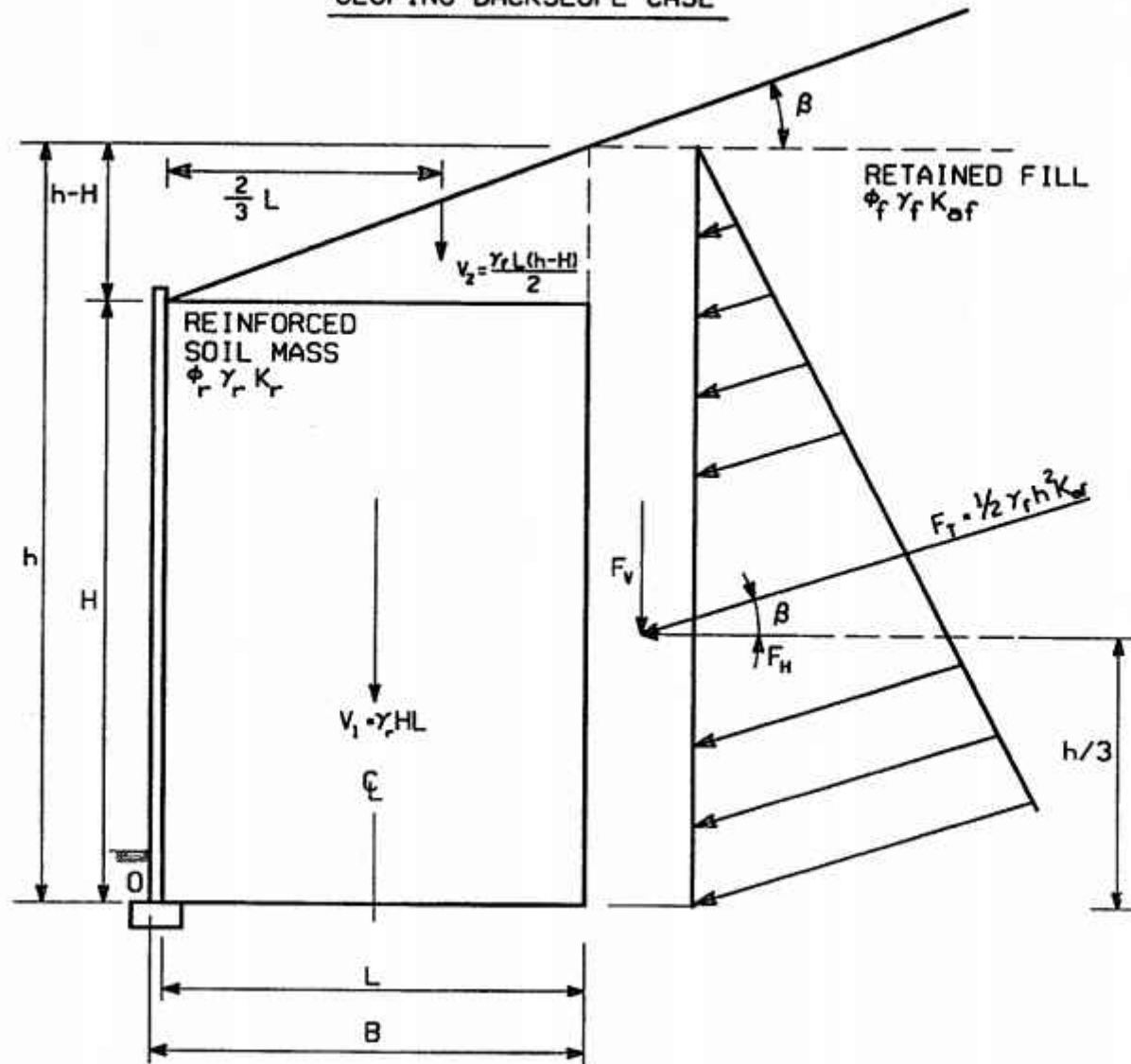
$$K_a = \tan^2 (45^\circ - \phi/2)$$

q Trường hợp bề mặt tường đứng hoặc có góc nghiêng so với phương đứng $\leq 8^\circ$ và bề mặt đất nằm nghiêng:

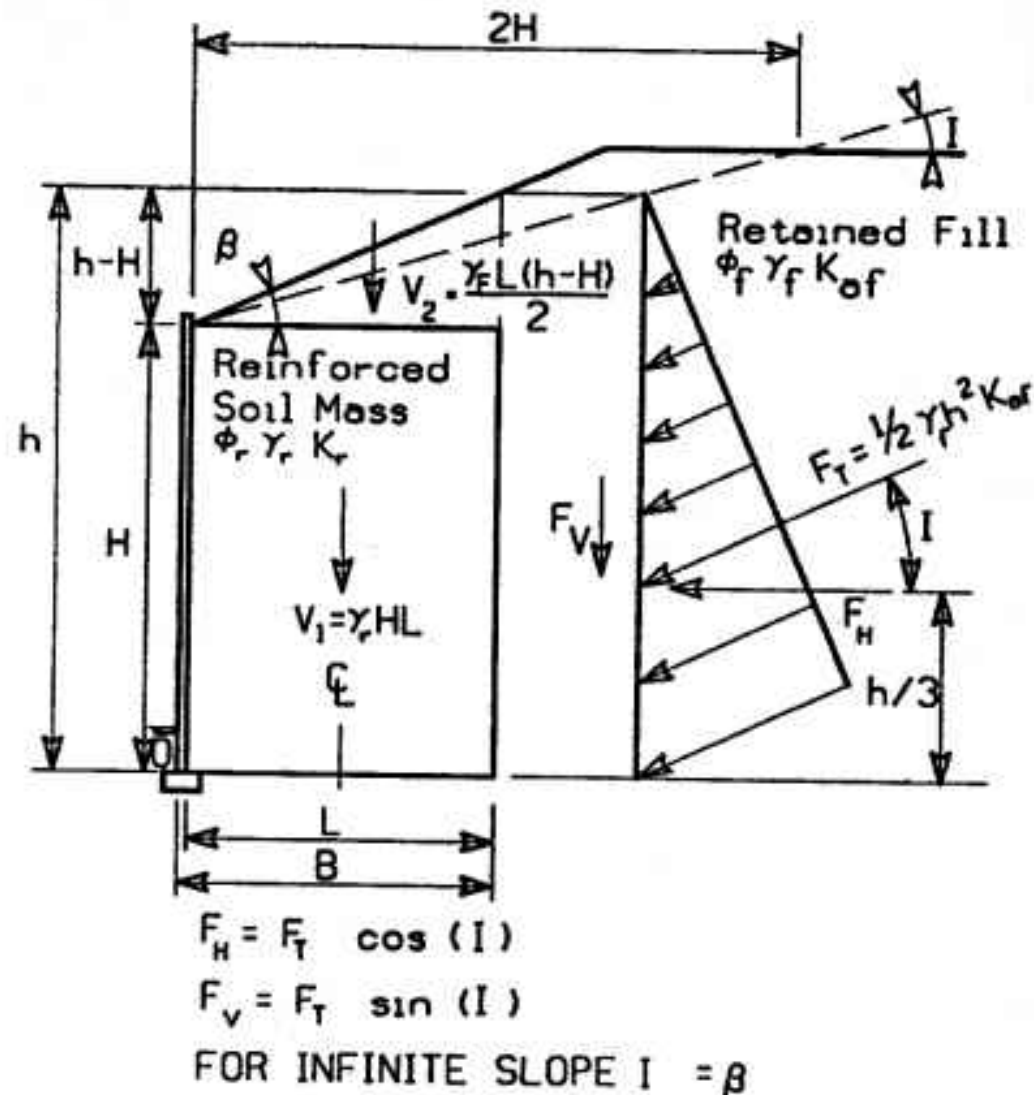
$$K_a = \cos \beta \left[\frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \varphi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \varphi}} \right]$$

(Áp dụng cho đất rời có $C = 0$)

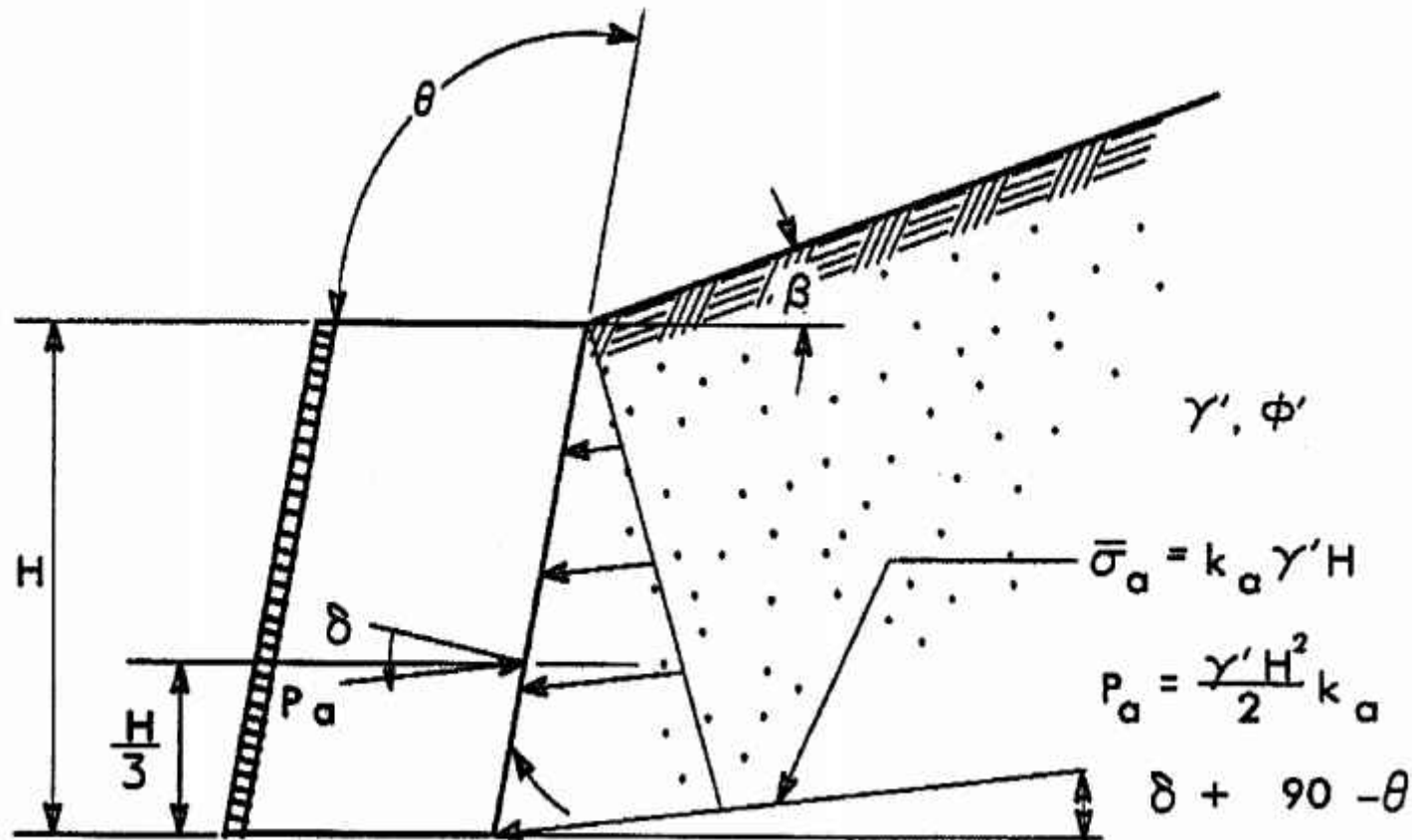
SLOPING BACKSLOPE CASE



Nếu đất trên đỉnh tường gãy khúc, thì góc b thay bằng góc I



q Trường hợp bề mặt tường nghiêng so với phương đứng $\geq 8^\circ$



Theo Coulomb:

$$k_a = \frac{\sin^2 (\theta + \phi')}{\sin^2 \theta \sin (\theta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin (\phi' + \delta) \sin (\phi' - \beta)}{\sin (\theta - \delta) \sin (\theta + \beta)}} \right]^2}$$

γ' = EFFECTIVE UNIT WEIGHT

ϕ' = EFFECTIVE ANGLE OF INTERNAL FRICTION

δ = ANGLE OF WALL FRICTION

4. Quy trình thiết kế tường chắn có lưới địa kỹ thuật gia cường

Bước 1: Xác định các thông số cơ bản

1. Xác định chiều cao tường, H ; Chiều dài lưới sơ bộ, L
($L \geq 0,7H$ & $L \geq 3m$)
2. Chọn khoảng cách giữa các lớp lưới, S_v
3. Dung trọng, γ_r và góc ma sát trong, ϕ_r của đất đắp trong tường chắn.
4. Xác định dung trọng, γ_b và góc ma sát trong, ϕ_b của đất đắp sau tường chắn.
5. Xác định dung trọng, γ_f và góc ma sát trong ϕ_f của đất nền.
6. Xác định phụ tải phân bố trên đỉnh tường, q

Tải trọng xe cộ tác dụng trên đỉnh tường nếu có sẽ được xem là tải phân bố đều q_{eq} tương đương với một lớp đất đắp có chiều cao h_{eq} và xác định như sau:

$$q_{eq} = \gamma_r h_{eq}$$

Chiều cao tường tính toán, h(m)	h_{eq} (m)
$\geq 1,5$	1,7
3	1,2
6	0,76
≥ 9	0,61

Bước 2: Kiểm toán ổn định bản thân tường

Kiểm toán khả năng cốt bị kéo đứt

1. Xác định áp lực ngang, σ_h

$$\sigma_h = K_a(\gamma_b z_i + q)$$

2. Xác định lực đẩy lớn nhất trong các lớp lưới: $T_{\max}$

$$T_{\max} = \sigma_h S_v$$

3. Chọn lưới có độ bền chịu kéo cho phép, T_{all}

$$FS_{(B)} = \frac{T_{\text{all}}}{T_{\max}} \geq 1,5$$

$FS_{(B)}$: Hệ số an toàn chống kéo đứt

Độ bền chịu kéo cho phép T_{all} của lưới dưới ảnh hưởng của các yếu tố được xác định:

$$T_{all} = \frac{T_{ult}}{RF_{ID} \times RF_{CR} \times RF_D}$$

$$T_{all} = \frac{T_{ult}}{\prod RF}$$

Với:

T_{ult} : Lực kéo đứt tới hạn của lưới

RF_{ID} : Hệ số chiết giảm vì hư hỏng khi lắp đặt

RF_{CR} : Hệ số chiết giảm từ biến

RF_D : Hệ số chiết giảm độ bền (hóa học & sinh học)

Cường độ chịu kéo cho phép T_{all} lưới 1 trục (Tenax Geogrid – Italia)

Geogrid Type	Design Strength			
	T_{CS} (kN/m)		T_{CR} (kN/m)	
	up to 60 Years	up to 120 Years	up to 60 Years	up to 120 Years
TT 045 SAMP	19.8	18.5	21.6	21.2
TT 060 SAMP	26.4	24.6	28.7	28.3
TT 090 SAMP	39.6	36.9	43.1	42.4
TT 120 SAMP	52.8	49.2	57.5	56.5
TT 160 SAMP	70.4	65.6	76.6	75.4

Tab. 3 - LTDS in kN/m for different geogrids at 20° C.

Geogrid Type	Temperature		
	10°	20°	30°
TT 045 SAMP	22.4	21.2	20.8
TT 060 SAMP	29.9	28.3	27.7
TT 090 SAMP	44.8	42.4	41.6
TT 120 SAMP	59.8	56.5	55.4
TT 160 SAMP	79.7	75.4	73.9

Tab. 4 - T_{CR} in kN/m for Tenax geogrid at different temperatures at 120 years

Geogrid Type	Temperature		
	10°	20°	30°
TT 045 SAMP	22.4	21.2	20.8
TT 060 SAMP	29.9	28.3	27.7
TT 090 SAMP	44.8	42.4	41.6
TT 120 SAMP	59.8	56.5	55.4
TT 160 SAMP	79.7	75.4	73.9

Tab. 4 - T_{CR} in kN/m for Tenax geogrid at different temperatures at 120 years

Cường độ chịu kéo mỗi nối lưới 1 trục (Tenax Geogrid – Italia)

Geogrid Type	Tensile strength (kN/m)	Elongation at peak (%)	Junction strength (kN/m)
TT 045	45	11.5	36
TT 060	60	13.0	50
TT 090	90	13.0	80
TT 120	120	13.0	110
TT 160	160	13.0	130

Tab. 6 - Junction strength for different geogrid type

Kiểm toán khả năng cốt bị kéo tuột

1. Xác định chiều dài lười neo giữ phía sau mặt trượt để không bị kéo tuột, L_E

$$T_{\max} \leq \frac{F_R}{FS_{(PO)}} = \frac{1}{FS_{(PO)}} (2)(L_E)(F^*)(a)(R_c)(s'_v)$$



$$L_E \geq \frac{T_{\max}}{(2)(F^*)(a)(R_c)(s'_v)} FS_{(PO)}$$

Trong đó:

$FS_{(PO)}$: Hệ số an toàn kéo tuột, thường lấy bằng 1,5

σ'_v : Ứng suất có hiệu thẳng đứng

F^* : Hệ số tương tác chống kéo tuột

α : Hệ số hiệu chỉnh tỷ lệ

R_c : Hệ số bao phủ, $R_c = 1$

For preliminary design in the absence of specific geosynthetic test data, and for standard backfill materials with the exception of uniform sands (i.e., coefficient of uniformity, $C_u < 4$), it is acceptable to use conservative default values for F^* and α as shown in Table 8-1.

TABLE 8-1 DEFAULT VALUES FOR F^* AND α PULLOUT FACTORS

Reinforcement Type	Default F^*	Default α
Geogrid	$0.8 \tan \phi$	0.8
Geotextile	$0.67 \tan \phi$	0.6

Do đó:

$$L_E \geq \frac{1,5(T_{\max})}{(2)(0,8)(\tan f_r)(0,8)(1)(g_r)(z)} \quad (L_E \geq 1\text{m})$$

Chọn chiều dài neo lưới, L_E :

$$FS_{(PO)} = \frac{F_R}{T_{\max}} \geq 1,5$$

2. Xác định chiều dài lười phía trước mặt trượt, L_R

$$L_R = \frac{H - z}{\tan \left(45^\circ + \frac{f_r}{2} \right)}$$

3. Xác định chiều dài lười tổng cộng của mỗi lớp, L

$$L = L_R + L_E$$

Bước 3: Kiểm toán ổn định tổng thể

Bao gồm kiểm toán lật, trượt ngang, sức chịu tải và trượt tổng thể.

- q Xác định kích thước hình học của tường

- q Tính các tải trọng

- q Tính các mômen

1. Kiểm toán lật

Tính hệ số an toàn lật, $FS_{(OT)}$

$$FS_{(OT)} = \frac{M_{RO}}{M_O} \geq 2$$

M_O : Mômen lật gây ra bởi lực chủ động

M_{RO} : Mômen chống lật nhờ trọng lượng tường

2. Kiểm toán trượt

a/ Tính lực đẩy ngang tại đáy tường, F_H

$$F_H = P_a$$

b/ Tính lực chống đẩy ngang tại đáy tường:

$$F_R = W \operatorname{tg} \phi_f$$

c/ Kiểm toán độ ổn định trượt

$$FS_{(SL)} = \frac{F_R}{F_H} \geq 2$$

3. Kiểm toán ổn định nền

a/ Tính độ lệch tâm

$$e = \frac{L}{2} - \frac{M_{RBP} - M_0}{W + qL}$$

Điều kiện ổn định chống nghiêng lật:

$e \leq L/6$ đối nền đất

$e \leq L/4$ đối với nền đá

M_{RBP} : Mômen chống lật nhờ trọng lượng tường và phụ tải q

b/ Tính sức chịu tải tới hạn của đất nền

$$q_{ult} = c_f N_c + 0,5 \gamma_f (L - 2e) N_\gamma$$

c/ Tính tổng tải trọng thẳng đứng

$$s_v = \frac{W + qL}{L - 2e}$$

d/ Kiểm toán độ ổn định

$$FS_{(BC)} = \frac{q_{ult}}{s_v} \geq 2,5$$

Table 12. Bearing Capacity Factors

ϕ	N_c	N_q	N_γ	ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5.14	1.00	0.00	26	22.25	11.85	12.54
1	5.38	1.09	0.07	27	23.94	13.20	14.47
2	5.63	1.20	0.15	28	25.80	14.72	16.72
3	5.90	1.31	0.24	29	27.86	16.44	19.34
4	6.19	1.43	0.34	30	30.14	18.40	22.40
5	6.49	1.57	0.45	31	32.67	20.63	25.90
6	6.81	1.72	0.57	32	35.49	23.18	30.22
7	7.16	1.88	0.71	33	38.64	26.09	35.19
8	7.53	2.06	0.86	34	42.16	29.44	41.06
9	7.92	2.25	1.03	35	46.12	33.30	48.03
10	8.35	2.47	1.22	36	50.59	37.75	56.31
11	8.80	2.71	1.44	37	55.63	42.92	66.19
12	9.28	2.97	1.69	38	61.35	48.93	78.03
13	9.81	3.26	1.97	39	37.87	55.96	92.25
14	10.37	3.59	2.29	40	75.31	64.20	109.41
15	10.98	3.94	2.65	41	83.86	73.90	130.22
16	11.63	4.34	3.06	42	93.71	85.38	155.55
17	12.34	4.77	3.53	43	105.11	99.02	186.54
18	13.10	5.26	4.07	44	118.37	115.31	224.64
19	13.93	5.80	4.68	45	133.88	134.88	271.76
20	14.83	6.40	5.39	46	152.10	158.51	330.35
21	15.82	7.07	6.20	47	173.64	187.21	403.67
22	16.88	7.82	7.13	48	199.26	222.31	496.01
23	18.05	8.66	8.20	49	229.93	265.51	613.16
24	19.32	9.60	9.44	50	266.89	319.07	762.89
25	20.72	10.66	10.88	-	-	-	-

4. Kiểm toán ổn định tổng thể

Tương tự như kiểm toán ổn định với sườn dốc tự nhiên hoặc mái dốc taluy nền đường.

III. ÁP DỤNG THIẾT KẾ TƯỜNG CHẮN

Thiết kế một tường chắn đất gia cường bằng lưới địa kỹ thuật một trục, tường chắn cao 6m.

Cho biết:

Đất trong tường chắn có $\gamma_r = 19,6\text{kN/m}^3$, $\phi_r = 34^\circ$, $c_r = 0$

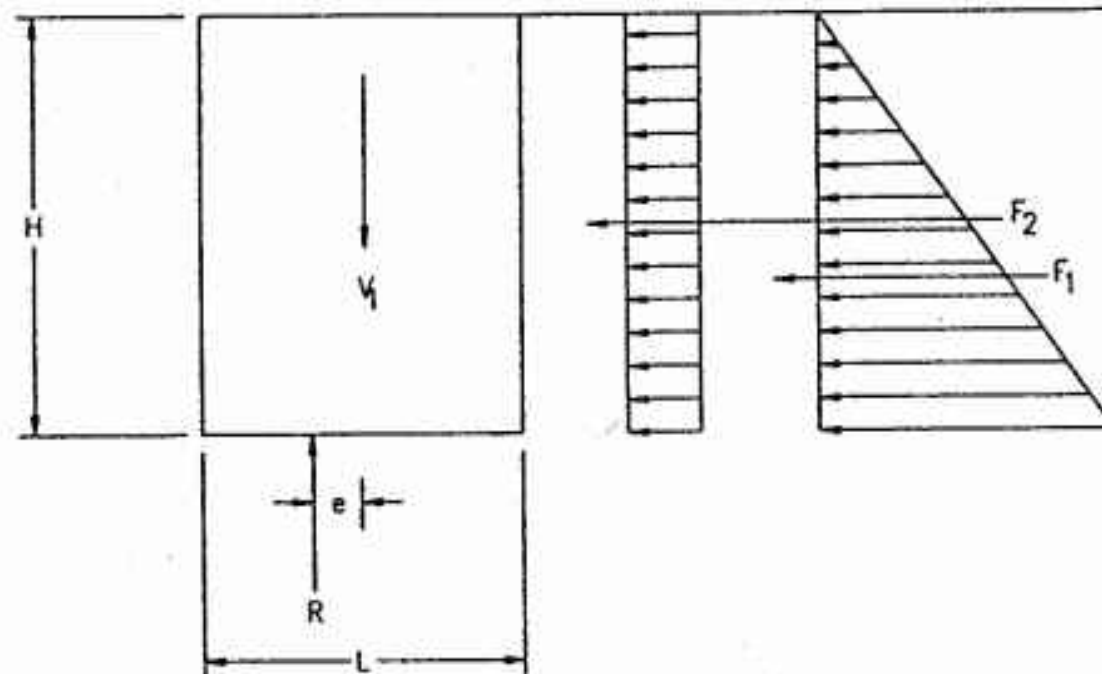
Đất sau tường chắn có $\gamma_b = 19,6\text{kN/m}^3$, $\phi_b = 30^\circ$, $c_b = 0$

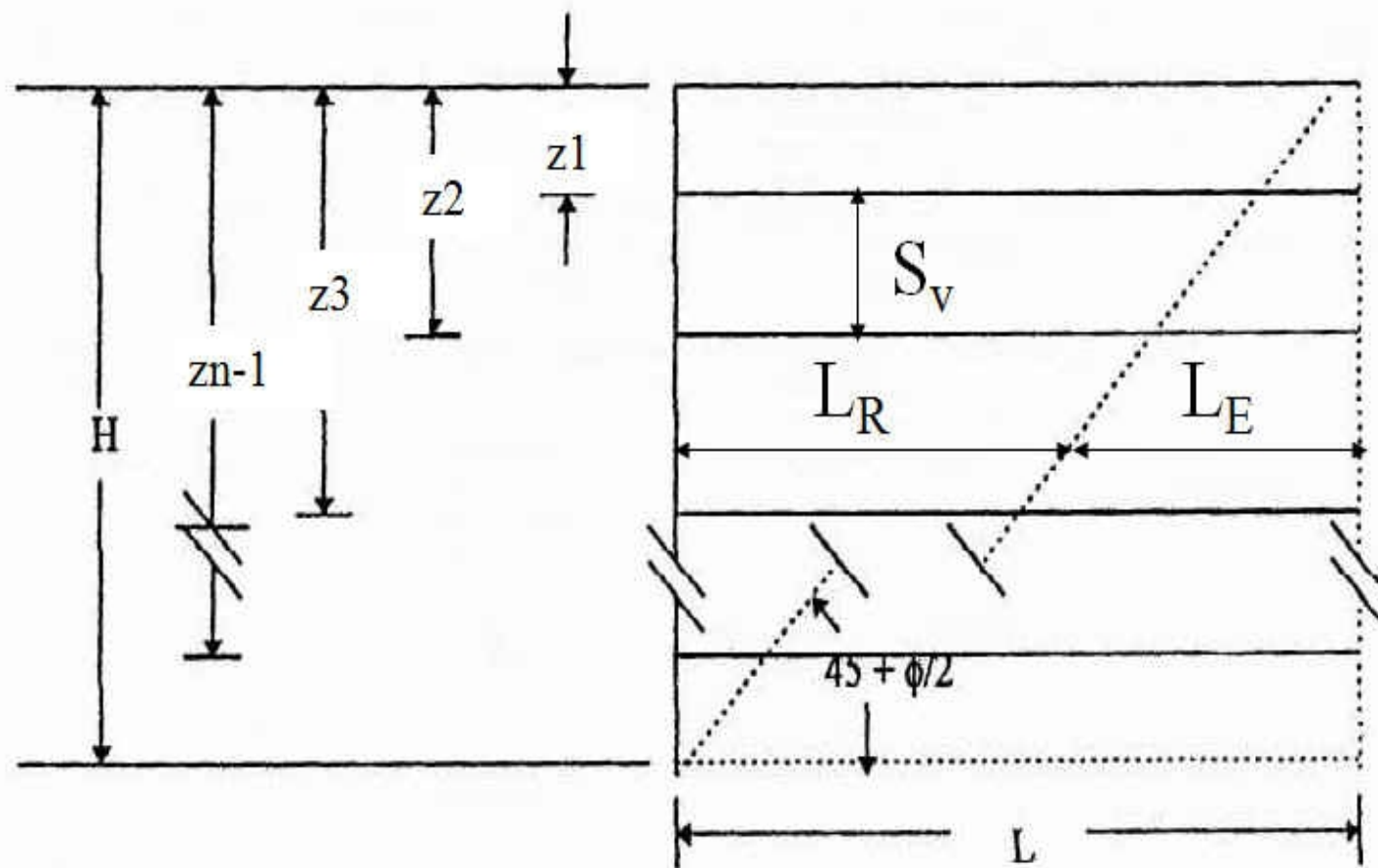
Đất nền có $\gamma_f = 19,6\text{kN/m}^3$, $\phi_f = 30^\circ$, $c_f = 0$

Tải trọng phụ phân bố đều trên đỉnh tường $q = 15\text{kN/m}^2$

q  ASSUMED FOR BEARING CAPACITY
AND OVERALL (GLOBAL) STABILITY

q  ASSUMED FOR OVERTURNING,
SLIDING & PULLOUT RESISTANCE
COMPUTATIONS





Bước 1: Xác định những thông số cơ bản

1. Chiều cao tường: $H = 6\text{m}$; Chọn chiều dài lưới sơ bộ: $L = 4,5\text{m}$
2. Chọn khoảng cách giữa các lớp lưới: $S_v = 0,5\text{m}$
3. Đất trong tường chắn: $\gamma_r = 19,6\text{kN/m}^3$, $\phi_r = 34^\circ$, $c_r = 0$
4. Đất sau tường chắn: $\gamma_b = 19,6\text{kN/m}^3$, $\phi_b = 30^\circ$, $c_b = 0$
5. Đất nền: $\gamma_f = 19,6\text{kN/m}^3$, $\phi_f = 30^\circ$, $c_f = 0$
6. Tải trọng phụ phân bố đều trên đỉnh tường: $q = 15\text{kN/m}^2$

Bước 2: Kiểm toán ổn định bản thân tường

Kiểm toán khả năng cốt bị kéo đứt

Bảng 1. Tổng hợp kết quả kiểm toán khả năng bị kéo đứt

TT lớp	z	Sv	Tmax	Loại lưới	T _{all}	HSAT	Kết luận
	(m)	(m)	(kN/m)	(TENAX)	(kN/m)	FS _(B)	
12	0.5	0.5	4.1	TT045SAMP	20.8	5.1	Đạt
11	1.0	0.5	5.7	TT045SAMP	20.8	3.6	Đạt
10	1.5	0.5	7.3	TT045SAMP	20.8	2.8	Đạt
9	2.0	0.5	8.9	TT045SAMP	20.8	2.3	Đạt
8	2.5	0.5	10.6	TT045SAMP	20.8	2.0	Đạt
7	3.0	0.5	12.2	TT045SAMP	20.8	1.7	Đạt
6	3.5	0.5	13.8	TT060SAMP	27.7	2.0	Đạt
5	4.0	0.5	15.4	TT060SAMP	27.7	1.8	Đạt
4	4.5	0.5	17.0	TT060SAMP	27.7	1.6	Đạt
3	5.0	0.5	18.6	TT090SAMP	41.6	2.2	Đạt
2	5.5	0.5	20.3	TT090SAMP	41.6	2.1	Đạt
1	6.0	0.5	21.9	TT090SAMP	41.6	1.9	Đạt

Kiểm toán khả năng cốt bị kéo tuột

Bảng 2. Tổng hợp kết quả kiểm toán khả năng bị kéo tuột

TT lớp	z (m)	S _v (m)	T _{max} (kN/m)	L _E (m)	L _{Emin} (m)	F _R (kN/m)	HSAT FS _(PO)	Kết luận
12	0.5	0.5	4.1	0.73	1.0	10.6	2.6	Đạt
11	1.0	0.5	5.7	0.51	1.0	21.2	3.7	Đạt
10	1.5	0.5	7.3	0.43	1.0	31.7	4.3	Đạt
9	2.0	0.5	8.9	0.39	1.0	42.3	4.7	Đạt
8	2.5	0.5	10.6	0.38	1.0	52.9	5.0	Đạt
7	3.0	0.5	12.2	0.36	1.0	63.5	5.2	Đạt
6	3.5	0.5	13.8	0.35	1.0	74.0	5.4	Đạt
5	4.0	0.5	15.4	0.34	1.0	84.6	5.5	Đạt
4	4.5	0.5	17.0	0.33	1.0	95.2	5.6	Đạt
3	5.0	0.5	18.6	0.33	1.0	105.8	5.7	Đạt
2	5.5	0.5	20.3	0.33	1.0	116.3	5.7	Đạt
1	6.0	0.5	21.9	0.32	1.0	126.9	5.8	Đạt

Bảng 3. Tổng hợp kết quả tính toán chiều dài lưới

TT lớp	z (m)	Sv (m)	Tmax (kN/m)	L _E (m)	L _{Emin} (m)	L _R (m)	L (m)	L kiến nghị (m)
12	0.5	0.5	4.1	0.73	1.0	2.92	3.92	4.5
11	1.0	0.5	5.7	0.51	1.0	2.66	3.66	4.5
10	1.5	0.5	7.3	0.43	1.0	2.39	3.39	4.5
9	2.0	0.5	8.9	0.39	1.0	2.13	3.13	4.5
8	2.5	0.5	10.6	0.38	1.0	1.86	2.86	4.5
7	3.0	0.5	12.2	0.36	1.0	1.60	2.60	4.5
6	3.5	0.5	13.8	0.35	1.0	1.33	2.33	4.5
5	4.0	0.5	15.4	0.34	1.0	1.06	2.06	4.5
4	4.5	0.5	17.0	0.33	1.0	0.80	1.80	4.5
3	5.0	0.5	18.6	0.33	1.0	0.53	1.53	4.5
2	5.5	0.5	20.3	0.33	1.0	0.27	1.27	4.5
1	6.0	0.5	21.9	0.32	1.0	0.00	1.00	4.5

Bước 3: Kiểm toán ổn định tổng thể

- Kích thước hình học của tường: $H = 6\text{m}$, $L = 4,5\text{m}$
- Tính các tải trọng:

$$W = \gamma_r HL = 19,6 * 6 * 4,5 = 529,2\text{kN/m}$$

$$qL = 15 * 4,5 = 67,5\text{kN/m}$$

$$F_1 = \frac{1}{2} g_b H^2 K_a = \frac{1}{2} * 19,6 * 6^2 * 0,33 = 116,43 \text{ kN/m}$$

$$F_2 = qHK_a = 15 * 6 * 0,33 = 29,7\text{kN/m}$$

- Tính các mômen

$$\begin{aligned} M_O &= F_1(H/3) + F_2(H/2) = 116,43 * (6/3) + 29,7 * (6/2) \\ &= 321,96\text{kNm/m} \end{aligned}$$

$$M_{RO} = W(L/2) = 529,2 * (4,5/2) = 1190,7\text{kNm/m}$$

$$\begin{aligned} M_{RBP} &= W(L/2) + qL(L/2) = 529,2 * (4,5/2) + 67,5 * (4,5/2) \\ &= 1342,58\text{kNm/m} \end{aligned}$$

1. Kiểm toán lật

Hệ số an toàn lật, $FS_{(OT)}$

$$FS_{(OT)} = \frac{M_{RO}}{M_O} = \frac{1190,7}{321,96} = 3,7 \geq 1,5$$

$\Rightarrow$ ổn định

2. Kiểm toán trượt ngang

Hệ số an toàn trượt, $FS_{(SL)}$

$$FS_{(SL)} = \frac{F_R}{F_H} = \frac{341,7}{146,13} = 2,3 \geq 2$$

$\Rightarrow$ ổn định

3. Kiểm toán ổn định nền

Tính độ lệch tâm, e

$$e = \frac{L}{2} - \frac{M_{RBP} - M_0}{W + qL} = \frac{4,5}{2} - \frac{1342,58 - 321,96}{529,2 + 67,5} = 0,54m \leq \frac{L}{6} = \frac{4,5}{6} = 0,75m$$

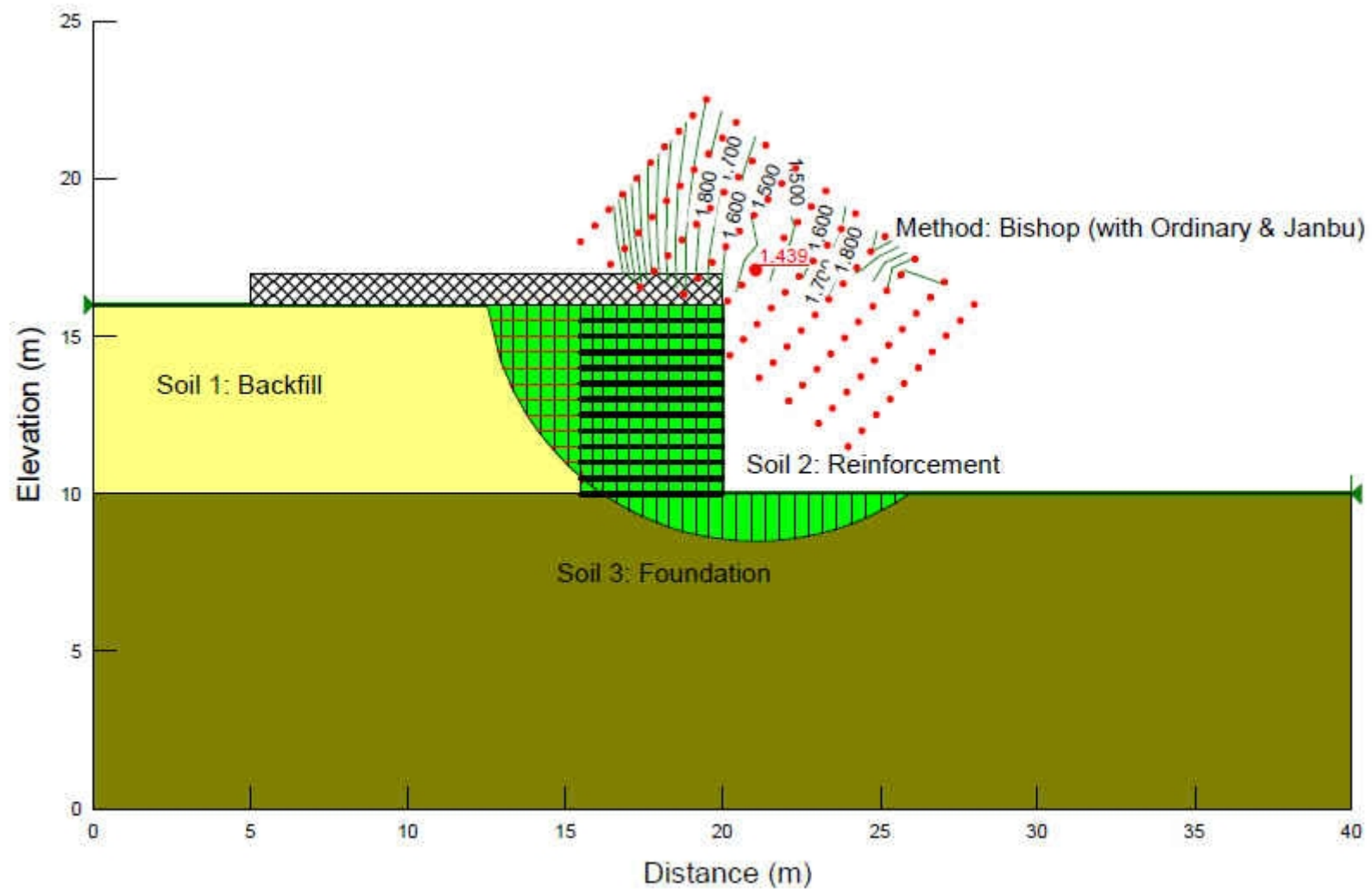
Hệ số an toàn ổn định nền, $FS_{(BC)}$

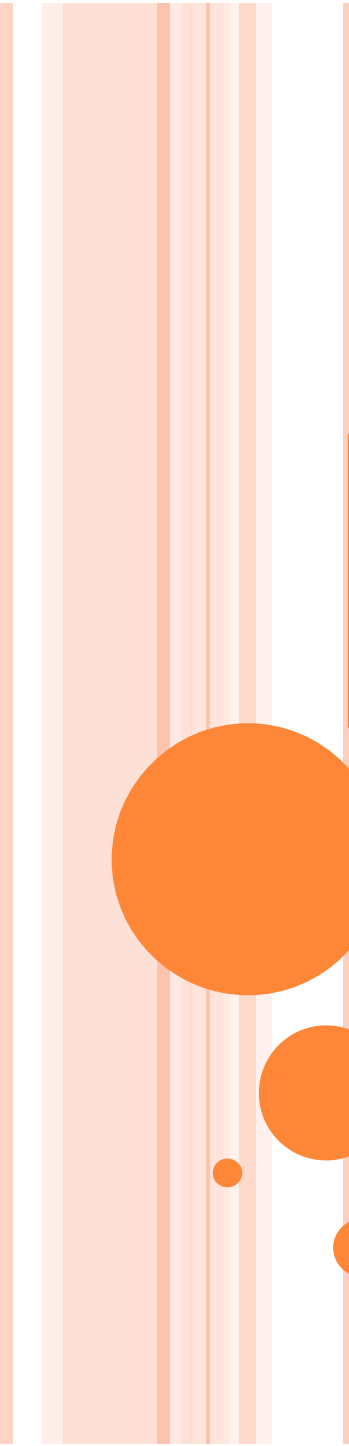
$$FS_{(BC)} = \frac{q_{ult}}{s_v} = \frac{750,76}{192,89} = 3,9 \geq 2,5$$

$\Rightarrow$ ổn định

4. Kiểm toán ổn định trượt tổng thể

(Sử dụng phần mềm Geoslope/W)





Ks. Địa kỹ thuật: Nguyễn Thanh Danh
Bộ môn: Địa kỹ thuật
Email: ntdanhdkdkt@yahoo.com.vn