第10卷 第4期 岩土工程学报 Vol.10, No.4
1988年 7月 YANTU GONGCHENG XUEBAO July, 1988

重力式挡土墙新分类法及设计法

孙品文

（袁惠渠工程管理局，江西省新余市）

一、分　类

重力式档土墙以墙背倾斜情况的不同分为三种：即仰斜、垂直和俯斜(图1)。在墙后填土相同的情况下，仰斜墙主动土压力最小，俯斜墙主动土压力最大，墙背垂直时介乎两者之间(参看表1)。

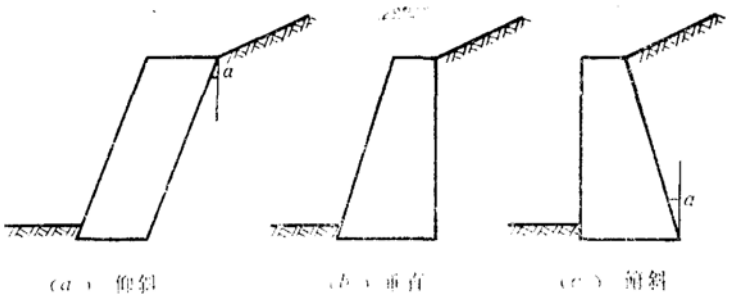


图1

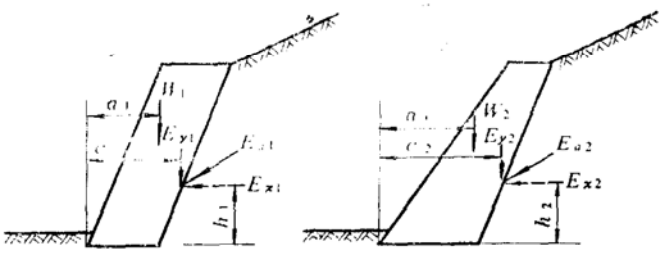
表1　墙背坡不同土压力比较表(t/m)

设计参数	$\alpha=-20°$			$\alpha=0°$			$\alpha=20°$		
	E_a	E_x	E_y	E_a	E_x	E_y	E_a	E_x	E_y
$H=7.0$m, $\gamma=1.8$t/m³, $\beta=30°$ $\phi=30°$, $\delta=20°$	20.46	20.46	0	35.19	30.07	12.04	63.24	48.44	40.65
	100%	100%		172%	147%		309%	237%	

注：表中H为墙高；γ为填土容重；β为填土水平角；ϕ为填土内摩擦角；δ为填土与墙背摩擦角；E_a为主动土压力；E_x为主动土压力水平分力；E_y为主动土压力垂直分力。

以墙面倾斜情况的不同，又可将仰斜墙分为面坡与背坡平行墙和面坡缓于背坡墙两种(图2)。若两种墙所受的土压力、截面积和墙体容重γ_k都相等，则两者抗滑强度相同；但前者的重心和土压力垂直方向的分力到墙趾的水平距离比后者的重心和土压力垂直方向的分力到墙趾的水平距离都要小，即$W_1a_1<W_2a_2$，　$E_{y1}c_1<E_{y2}c_2$，而两者所受的土压力水平方向的分力E_x及其到墙踵的垂直距离h都相等，即$Ex_1h_1=Ex_2h_2$，Wa和E_yc为墙的抗倾力矩，E_xh为墙的倾覆力矩，因此后者抗倾强度较前者大，基底合力偏心距e及地基最大应力σ_{max}较

注：为和以前工作衔接，本文沿用米制计量单位——笔者



(a) 面坡与背坡平行　　(b) 面坡缓于背坡

图 2

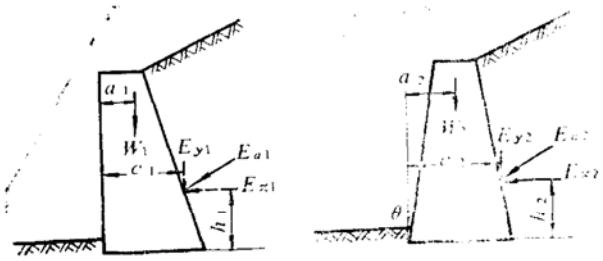
前者小。所以，当墙控制于抗倾或地基应力时，采用面坡缓于背坡墙是较适宜的(参看表 2)。

表 2　面坡与背平行和面坡缓于背坡的仰斜墙在土压力相等的情况下所需单位长度墙体重量W比较表(t/m)

墙高(m)	设计参数	抗滑		抗倾		满足地基允许承载力	
		$\alpha=\theta$	$\alpha<\theta$	$\alpha=\theta$	$\alpha<\theta$	$\alpha=\theta$	$\alpha<\theta$
5	$E_x=6.1t$, $E_y=0$, $f=0.6$,	13.22	13.22	12.69	11.29	12.11	10.07
	$R=20t/m^2$, $\alpha=14°02'$. $\theta=20°$			100%	89%	100%	83.2%
6	$E_x=10.14t$, $E_y=0$, $f=0.6$	21.97	21.97	22.20	18.19	20.62	15.52
	$R=35t/m^2$, $\alpha=10°$, $\theta=20°$			100%	81.9%	100%	75.3%
7	$E_x=11.3t$, $E_y=2t$, $f=0.6$,	22.49	22.49	24.90	19.80	28.90	19.08
	$R=22t/m^2$, $\alpha=10°$, $\theta=20°$			100%	79.5%	100%	66%

注：表中f为墙基底与地基的摩擦系数；R为地基允许承载力；α和θ分别为墙背、墙面与铅垂线夹角，都指其绝对值。

俯斜墙的墙面也分垂直和仰斜两种(图 3)，其受力情况与前两种相似。如两种墙所受的土压力相等，墙截面积及墙体容重也相等，墙面仰斜墙较墙面垂直墙抗倾强度大，最大地基应力σ_{max}要小(参看表 3)。



(a) 墙面垂直　　(b) 墙面仰斜

图 3

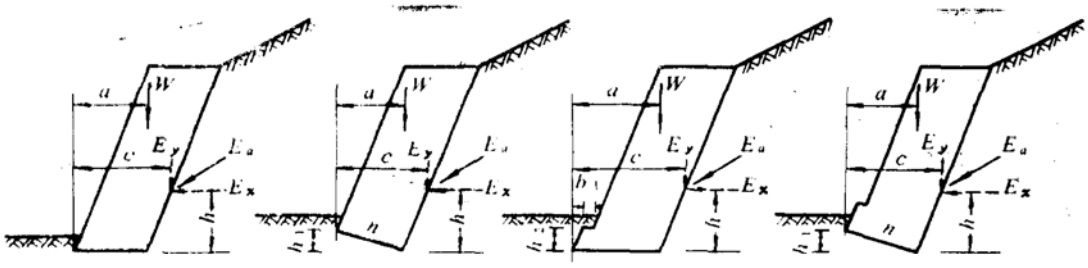
以底的形状不同，档土墙可分为平底、逆坡底、平台阶底、逆坡台阶底四类。今以面坡与背坡平行的仰斜墙(图 4)为例来分析力学特性。

1. 逆坡底墙：与平底墙比较，如墙截面积、墙体容重和所受的土压力都相等，在逆坡底墙中，W, E_y和E_x都将产生平行于墙底、但方向相反的分力，它们要互相抵销一部分。因而

表 3　墙面垂直与墙面仰斜的俯斜墙在土压力相等的情况下所需单位长度墙体重量W比较表(t/m)

墙高(m)	设计参数	抗滑		抗倾		满足地基允许承载力	
		$\theta=0°$	$\theta>0°$	$\theta=0°$	$\theta>0°$	$\theta=0°$	$\theta>0°$
5	$E_x=12.96t, E_y=4.34t, f=0.6,$	21.51	21.51*	21.22	17.0	26.93*	18.14
	$R=22t/m^2, \alpha=10°, \theta=10°$。			100%	80.1%	100%	67.4%
6	$E_x=18.94t, E_y=6.89t, f=0.6,$	34.15	34.15*	31.84	23.13	53.67*	27.30
	$R=20t/m^2, \alpha=10°, \theta=15°$。			100%	72.6%	100%	50.9%
7	$E_x=22.14t, E_y=8.05t, f=0.6,$	39.93	39.93*	40.66	28.98	85.07*	38.19
	$R=20t/m^2, \alpha=10°, \theta=15°$。			100%	71.3%	100%	44.9%
8	$E_x=28.91t, E_y=10.52t, f=0.6,$	52.13	52.13	53.08	37.84	141.64*	59.26*
	$R=20t/m^2, \alpha=10°, \theta=15°$。			100%	71.3%	100%	41.8%

注：表中数字上角有*者为挡土墙的控制值。



(a) 平底　　(b) 逆坡底　　(c) 平台阶底　　(d) 逆坡台阶底

图 4

对抗滑大为有利；且$h-h_1<h$，即减小了倾覆力矩，所以对抗倾强度和减小地基应力都将产生积极的影响(参看表 4)。不过当基底斜坡较大时，尚应考虑墙身是否有连同整个土体一起

表 4　平底与逆坡底的面坡与背坡平行的仰斜墙在土压力相等的情况下所需单位长度墙体重量W比较表(t/m)

墙高(m)	设计参数	抗滑		抗倾		满足地基允许承载力	
		平底	逆坡底	平底	逆坡底	平底	逆坡底
5	$E_x=6.1t, E_y=0, f=0.6$	13.22	8.37	12.69	11.74	12.11	13.52
	$R=20t/m^2, n=0.2$	100%	63.3%	100%	90.6%	100%	111.6%
6	$E_x=10.14t, E_y=0, f=0.6,$	21.97	13.91	22.20	20.20	20.62	20.08
	$R=35t/m^2, n=0.2$。	100%	63.3%	100%	91%	100%	97.4%
7	$E_x=11.3t, E_y=2t, f=0.6$	22.49	13.50	24.90	22.92	28.90	28.93
	$R=22t/m^2, n=0.2$	100%	60%	100%	92%	100%	100.1%

滑走的可能，故对土质地基的基底斜坡 n 一般不宜大于1:10，岩石地基不宜大于 1:5。由于地基倾斜会使基底允许承载力减小，因此需将允许承载力予以折减。一般的作法是：逆坡为 1:10时，基底允许承载力的折减系数μ取0.95，逆坡为 1:5时，基底允许承载力折减系数 μ 取0.9。

2.平台阶底：如在平底墙墙趾处加一台阶，并使其截面积与未加台阶的截面积相等，若土压力相同，则墙趾加台阶后，将增大抗倾力矩，从而增强了墙的抗倾稳定性和减小了地基应力。加台阶一般的作法是：台阶高h_2 和台阶宽 b_1 的比例取 $h_2:b_1=2:1$，b_1 最小不得小于20cm，台阶的坡面与墙面平行。

3.逆坡台阶底：这类挡土墙综合了逆坡底和平台阶底的优点，经济效益显著，如无特殊要求，宜优先采用。

总之，重力式挡土墙可分为四类二十种。四类、即平底、逆坡底、平台阶底、逆坡台阶底；二十种：即每类都可分为面坡与背坡平行的仰斜墙、面坡缓于背坡的仰斜墙、墙面仰斜墙背垂直墙、墙面垂直墙背俯斜墙、墙面仰斜墙背俯斜墙。这样的分类，较全面地概括了现实中已建筑的挡土墙，便于设计时选择合理的墙型，更有利于计算。

二、设　　计

现在设计各种挡土墙用的都是“试算法”，即先测定或选取设计参数，假定挡土墙的型式和截面尺寸，计算土压力，然后验算墙的稳定性(抗滑、抗倾)和地基应力。如某些方面达不到要求，则需另拟定截面，进行重算，直到各方面都满足要求为止。用这种方法设计挡土墙有如下缺点：①计算工作量大，一个挡土墙往往要反复计算多次，特别是较复杂的挡土墙，如逆坡台阶底挡土样。②在墙型和各设计参数都相同的情况下，设计出来的挡土墙截面尺寸可能有不同的结果。

本文提出一种新的设计方法，以库仑档土墙土压力理论为依据，分别推导出了计算上述四类二十种挡土墙能满足抗滑、抗倾和地基允许承载力所需的最小墙宽的公式，通过计算，可直接算出满足上述条件的三个墙宽，取最大值为设计宽度。这样设计有如下优点：①计算工作量小，可一次就算出所需的墙宽；②所计算出来的截面为最小值，精度高，经济效益显著。本文以计算最复杂的逆坡台阶底面坡缓于背坡的仰斜墙为例来说明这种方法（其计算图式见图 5）。

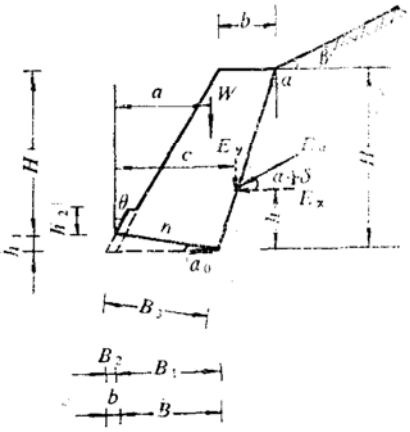


图 5

〔设计资料〕　$\theta=20°$，　$\alpha=-10°$　$\beta=30°$，　$\phi=35°$，　$\delta=10°$，　$\gamma=1.8t/m^3$　$\gamma_k=2.2t/m^3$，　$f=0.6$，　$R=35t/m^2$，　$H=6.0m$，　$n=0.2$，　$\mu=0.9$，　$b_1=0.3m$，$h_2=0.6m$。试计算墙的截面。

〔解〕

1.计算主动土压力

$$E_a=\frac{1}{2}H^2\gamma K_a$$

式中　K_a为土侧压力系数。可由表查出[1]，今查得$K_a=0.313$

$$E_a=\frac{1}{2}\times6^2\times1.8\times0.313=10.14t$$

$$E_x=E_a\cos(\alpha+\delta)=10.14t\qquad E_y=0$$

2.计算抗滑所需的墙底宽B_{kh}

（1）计算抗滑所需的单位长度墙体重量W_{kh}

$$W_{kh}=\eta_1E_x-E_y$$

式中$\eta_1=\dfrac{K_h\cos\alpha_0-f\sin\alpha_0}{f\cos\alpha_0+K_h\sin\alpha_0}$，$K_h$为抗滑安全系数，《工业与民用建筑地基基础设计规范》规定$K_h\geqslant1.3$[2]，本文一律取$K_h=1.3$。据此可制成表。今从已制成的表中查得$\eta=1.372$。

$$W_{kh}=1.372\times10.14=13.91t$$

（2）计算B_{kh}

$$A_hB_{kh}^2-H\gamma B_{kh}+\frac{1}{2}(D_{\theta_2}-D_{\alpha_2})-A_hb_1^2-d_h+W_{kh}=0$$

式中　$A_h=\dfrac{\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{ctg}\theta}{2(\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta)}\gamma_k$　　$D_{\theta_2}=H^2\gamma_k\mathrm{tg}\theta$　　$D_{\alpha_2}=H^2\gamma_k\mathrm{tg}\alpha$　　$d_h=b_1h_2\gamma_k$

上列各式可分别制成表（式中γ取绝对值）。今从已制成的表中查得

$$A_h=0.205\qquad D_{\theta_2}=28.826,\quad D_{\alpha_2}=13.965,\quad d_h=0.396$$

$$0.205B_{kh}^2-6\times2.2B_{kh}+\frac{1}{2}(28.826-13.965)-0.205\times0.3^2-0.396+13.91=0$$

$$0.205B_{kh}^2-13.2B_{kh}+20.93=0$$

$$B_{kh}=\frac{13.2\pm\sqrt{13.2^2-4\times0.205\times20.93}}{2\times0.205}=\begin{cases}62.76\,m\text{（增根，舍去）}\\1.627\,m\end{cases}$$

3.计算抗倾所需的墙底宽B_{kq}

$$A_{q_2}B_{kq}^3-3(F_qH-Ab_2)B_{kq}^2-[E_{q_1}H^2+6m(\eta_2+d_H)-n_b]B_{kq}-3(d_\theta+d_b)$$
$$-3mb_1(2\eta_2+D_{\alpha_2}-D_{\theta_2})+D_{\theta4}-D_{\alpha4}-6h(E_y\mathrm{tg}\alpha-E_xk_q)+A_{q_2}b_1^2=0$$

式中　$A_{q_2}=\dfrac{\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{ctg}\theta(\mathrm{tg}^2\alpha_0-\mathrm{ctg}^2\theta)\gamma_k}{(\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta)^3}$　　$F_q=\dfrac{\mathrm{ctg}\theta-\mathrm{tg}\alpha_0}{\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta}\gamma_k$

$$A_{b_2}=\frac{\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{ctg}\theta(2\mathrm{tg}^2\alpha_0+\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{ctg}\theta+\mathrm{ctg}^2\theta)}{(\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta)^3}b_1\gamma_k$$

$$E_{q1}=\frac{3(\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{tg}\theta+\mathrm{tg}\alpha\mathrm{ctg}\theta)\gamma_k}{(\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta)^3}$$

$$m=\frac{\mathrm{ctg}\theta}{\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta}\qquad d_H=b_1H\gamma_k$$

$$n_b=\frac{6\mathrm{tg}^3\alpha_0\mathrm{ctg}\theta b_1^2\gamma_k}{(\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta)^3}\qquad d_\theta=b_1h_2^2\gamma_k\mathrm{tg}\theta\qquad d_b=b_1^2h_2\gamma_k$$

D_{a_2}，D_{θ_2}同前，$D_{\theta4}=H^3\gamma_k\mathrm{tg}^2\theta$　　$D_{a4}=H^3\gamma_k\mathrm{tg}^2\alpha$

上列各式可分别制成表，今从已制成的表中查得

$A_q=0.358$　$F_q=1.901$　$A_{b_2}=0.116$　$E_{q1}=1.248$

$m=0.932$　$d_H=3.96$　$n_b=0.00102$　$d_\theta=0.086$

$d_b=0.119$　$D_{\theta4}=62.952$　$D_{a4}=14.775$　$\eta_2=E_y+E_xK_q\mathrm{tg}\alpha_0$

其中K_q为抗倾安全系数，《工业与民用建筑地基基础设计规范》规定$K_q\geqslant1.5$[2]，本文一律取$K_q=1.5$；$\mathrm{tg}\alpha_0=0.2$；故有$\eta_2=10.14\times1.5\times0.2=3.042$　　$h=\frac{H}{3}=2\,\mathrm{m}$。

$$0.358B_{kq}^3-3(1.901\times6-0.116)B_{kq}^2-[1.248\times6^2+6\times0.932(3.042+3.96)$$
$$-0.00102]B_{kq}-3(0.086+0.119)-3\times0.932\times0.3(2\times3.042+13.965-28.826)$$
$$+62.952-14.775-6\times2(-10.14\times1.5)+0.358\times0.3^3=0$$

$$0.358B_{kq}^3-33.87B_{kq}^2-84.08B_{kq}+237.45=0$$

上式是一元三次齐次方程，用解一般一元三次方程的公式求解颇繁。我们用“逼近法”解，因三次项数值很小，对根值影响甚微，可暂将其舍去，求解剩下的一元二次方程，得近似值B_{kq}'，再用试算法求精确值。

$$33.87B_{kq}'^2+84.08B_{kq}'-237.45=0$$

$$B_{kq}'=\frac{-84.08\pm\sqrt{84.08^2-4\times33.87(-237.45)}}{2\times33.87}=\begin{cases}1.68\mathrm{m}\\-4.17\mathrm{m}\end{cases}\text{（不合理，舍去）}$$

设$B_{kq}=1.69\mathrm{m}$代入原方程

$$0.358\times1.69^3-33.87\times1.69^2-84.08\times1.69+237.45=0.347$$

设$B_{kq}=1.7\mathrm{m}$代入原方程

$$0.358\times1.7^3-33.87\times1.7^2-84.08\times1.7+237.45=1.611$$

可见B_{kq}的精确值在1.69—1.70之间，现取$B_{kq}=1.69\mathrm{m}$

4.计算当基底合力偏心距 $e<\frac{B_3}{6}$ 时满足地基允许承载力所需的墙底宽 B_{RB}

$$A_R B_{RB}^3+(F_{R1}R-F_{R2}H-A_{b3})B_{RB}^2+[2F_{R1}Rb_1+E_{R1}H^2+2m(\eta_3+d_H-2d_h)-A_{b4}b_1]B_{RB}+F_{R1}Rb_1^2+3(d_\theta+d_b)+mb_1[2(\eta_3-2d_h)+D_{a2}-D_{\theta2}]-D_{\theta4}+D_{a4}+6h(E_y\mathrm{tg}\alpha-E_x)-A_{b5}=0$$

式中

$$A_R=\frac{\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{ctg}\theta(\mathrm{ctg}^2\theta+2\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{ctg}\theta-\mathrm{tg}^2\alpha_0}{(\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta)^3}b_1\gamma_k$$

$$F_{R1}=\frac{1.2\mathrm{ctg}^2\theta\mu}{\cos^2\alpha_0(\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta)^2}$$

$$F_{R2}=\frac{3\,\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta}{\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta}\gamma_k$$

$$A_{b3}=\frac{\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{ctg}\theta(6\mathrm{tg}^2\alpha_0+\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{ctg}\theta+\mathrm{ctg}^2\theta)b_1\gamma_k}{(\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta)^3}$$

$$E_{R1}=\frac{2+3\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{ctg}\theta+\mathrm{tg}\alpha\mathrm{ctg}\theta}{\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta}\gamma_k$$

$$A_{b4}=\frac{2\,\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{ctg}\theta(3\mathrm{tg}^2\alpha_0+\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{ctg}\theta+\mathrm{ctg}^2\theta)}{(\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta)^3}b_1\gamma_k$$

$$A_{b5}=\frac{\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{ctg}\theta(\mathrm{tg}^2\alpha_0+2\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{ctg}\theta+3\mathrm{ctg}^2\theta)}{(\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta)^3}b_1^3\gamma_k$$

$\eta_3=E_y+E_x\mathrm{tg}\alpha_0=10.14\times0.2=2.028$，其它与上述相同，以上各式可分别制成表。现从已制成的表中查得：$A_R=0.406$　$F_{R1}=0.976$　$F_{R2}=2.5$　$A_{b3}=0.118$　$E_{R1}=2.017$　$A_{b4}=0.155$　$A_{b5}=0.03$

$$0.406B_{RB}^3+(0.976\times35-2.5\times6-0.118)B_{RB}^2+[2\times0.976\times35\times0.3+2.017\times6^2+2\times0.932(2.028+3.96-2\times0.396)-0.155\times0.3]B_{RB}+0.976\times35\times0.3^2+3(0.086+0.119)+0.932\times0.3[2(2.028-2\times0.396)+13.965-28.826]-62.952+14.775+6\times2(-10.14)-0.03=0$$

$$0.406B_{RB}^3+19.04B_{RB}^2+102.75B_{RB}-171.37=0$$

用“逼近法”解

$$19.04B_{RB}'^2+102.75B_{RB}'-171.37=0$$

$$B_{RB}'=\frac{-102.75\pm\sqrt{102.75^2-4\times19.04(-171.37)}}{2\times19.04}=\begin{cases}1.34\mathrm{m}\\-6.73\mathrm{m}\ \text{（不合理，舍去）}\end{cases}$$

设$B_{RB}=1.33$m代入原方程

$$0.406\times1.33^3+19.04\times1.33^2+102.75\times1.33-171.37=-0.077$$

设$B_{RB}=1.34$m代入原方程

$$0.406\times1.34^3+19.04\times1.34^2+102.75\times1.34-171.37=1.48$$

取$B_{RB}=1.33$m

5.计算 $c=\frac{B_s}{3}$ 时的墙底宽B_e

$$A_{e_2}B_e^3+(F_eH-A_{b4})B_e^2+[E_{e1}H^2+4m(\eta_3+d_H-0.5d_h)-A_{b3}b_1]B_e+3(d_\theta+d_b)$$
$$+2mb_1(2\eta_2-d_h+D_{a_2}-D_{\theta_2})-D_{\theta4}+D_{a4}+6h(E_y\mathrm{tg}\alpha-E_x)-A_{b6}=0$$

式中 $A_{e_2}=\frac{\mathrm{tg}^2\alpha_0\mathrm{ctg}\theta(\mathrm{ctg}\theta-\mathrm{tg}\alpha_0)\gamma_k}{(\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta)^3}$

$$F_e=\frac{\mathrm{ctg}\theta-3\mathrm{tg}\alpha_0}{\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta}\gamma_k$$

$$E_{e1}=\frac{1+3\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{tg}\theta+2\mathrm{tg}\alpha\mathrm{ctg}\theta}{\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta}\gamma_k$$

$$A_{b6}=\frac{\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{ctg}\theta(\mathrm{tg}^2\alpha_0+\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{ctg}\theta+2\mathrm{ctg}^2\theta)b_1^3}{(\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta)^3}\gamma_k$$

其它与上述相同，此四式可制成表。今从已制成的表中查得：$A_{e_2}=0.024$ $F_e=1.603$ $E_{e1}=1.633$ $A_{b6}=0.02$

$$0.024B_e^3+(1.603\times6-0.155)B_e^2+[1.633\times6^2+4\times0.932(2.028+3.96-0.5\times0.396)$$
$$-0.118\times0.3]B_e+3(0.086+0.119)+2\times0.932\times0.3(2\times2.028-0.396+13.965-28.826)$$
$$-62.952+14.775+6\times2(-10.14)-0.02=0$$

$$0.024B_e^3+9.46B_e^2+80.34B_e-175.67=0$$

用“逼近法”解

$$9.46B'^2_e+80.34B_e'-175.67=0$$

$$B_e'=\frac{-80.34\pm\sqrt{80.34^2-4\times9.46(-175.67)}}{2\times9.46}=\begin{cases}1.80\text{m}\\-10.30\text{m}(\text{不合理，舍去})\end{cases}$$

设$B_e=1.81$m代入原方程

$$0.024\times1.81^3+9.46\times1.81^2+80.34\times1.81-175.67=0.88$$

设$B_e=1.8$m代入原方程

$$0.024\times1.8^3+9.46\times1.8^2+80.34\times1.8-175.67=-0.268$$

取$B_e=1.8$m。

以上计算得出：$B_e>B_{RB}$，说明基底合力偏心距 $e>\frac{B_3}{6}$，应计算

$e>\frac{B_3}{6}$时满足地基允许承载力所需的墙底宽B_{Rk}；如$B_e<B_{RB}$，则说明基底合力偏心距

$e<\frac{B_3}{6}$，这时满足地基允许承载力所需的墙底宽应取B_{RB}值。

6.计算B_{Rk}

$$A_{k1}B_{Rk}^4-(D_{k1}H\gamma_c-0.3A_{q2}R\mu)B_{Rk}^3-\{0.9F_qR\mu H-D_{k1}[\frac{1}{2}D_{\theta2}-D_{a2})-d_h-\eta_3]$$
$$-F_{k1}+2A_{k1}b_1^2-0.9A_{b2}R\mu\}B_{Rk}^2-\{R\mu[0.3E_{q1}H^2+1.8\mathrm{m}(\eta_3+d_H)+0.3n_b]-D_{k1}d_Hb_1$$
$$+(D_{\theta3}-D_{a3})\cos^2\alpha-E_k(d_h-\eta_3)\}B_{Rk}+R\mu[0.3(D_{\theta4}-D_{a4})-1.8_h(E_y\mathrm{tg}\alpha-E_x)-0.9mb_1$$
$$(\eta_3+D_{a2}-D_{\theta2})0.9(d_\theta+d_b)+0.3A_{q2}b_1^3]+[\frac{1}{2}(D_{\theta2}-D_{a2})-A_hb_1^2-d_h-\eta_3]^2\cos^2\alpha_0=0$$

式中
$$A_{k1}=\frac{\sin^2\alpha_0\mathrm{ctg}^2\theta\gamma_k^2}{4(\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta)^2}$$

$$D_{k1}=\frac{\sin\alpha_0\cos\alpha_0\mathrm{ctg}\theta}{\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta}\gamma_k\qquad F_{k1}=H^2\gamma_k^2\cos^2\alpha_0$$

$$E_k=2H\gamma_k\cos^2\alpha_0\qquad D_{\theta3}=H^3\gamma_k\mathrm{tg}\theta\qquad D_{a3}=H^3\gamma_k\mathrm{tg}\alpha$$

上列各式可制成表。今从已制成的表中查得$A_{k1}=0.04$，$D_{k1}=0.394$，$F_{k1}=167.538$，$D_{\theta3}=380.509$　$D_{a3}=184.342$　$E_k=25.385$　$\cos\alpha_0=0.981$，其余与上述相同。

$$0.04B_{Rk}^4-(0.394\times6\times2.2-0.3\times0.358\times35\times0.9)B_{Rk}^3-\{0.9\times1.901\times35\times0.9\times6-$$
$$0.394[\frac{1}{2}(28.826-13.965)-0.396-2.028]-167.538+2\times0.04\times0.3^2-0.9\times0.116\times35$$
$$\times0.9\}B_{Rk}^2-\{35\times0.9[0.3\times1.248\times6^2+1.8\times0.932(2.028+3.96)+0.3\times0.00102]-$$
$$0.394\times0.396\times0.3+(380.509-184.342)\times0.981^2-25.385(0.396+2.028)\}B_{Rk}-35\times0.9$$
$$[0.3(62.952-14.775)-1.8\times2(-10.14)-0.9\times0.932\times0.3(2.028+13.965-28.826)$$
$$-0.9(0.086+0.119)+0.3\times0.358\times0.3^3]+[\frac{1}{2}(28.826-13.965)-0.205\times0.3^2-0.396$$
$$-2.028]^2\times0.981^2=0$$

$$0.04B_{Rk}^4-1.818B_{Rk}^3-150.57B_{Rk}^2-867.79B_{Rk}+1725.1=0$$

上式是一元四次齐次方程，用解一般一元四次方程的公式求解也很麻烦。现仿照解一元三次方程的解法，用“逼近法”解

$$150.57B_{Rk}'^2+867.79B_{Rk}'-1725.1=0$$

$$B_{Rk}'=\frac{-867.79\pm\sqrt{867.79^2-4\times150.57(-1725.1)}}{2\times150.57}=\begin{cases}1.56\mathrm{m}\\-7.33\mathrm{m}(\text{不合理，舍去})\end{cases}$$

设$B_{Rk}=1.55$m代入原方程

$$0.04\times1.55^4-1.818\times1.5^3-150.57\times1.55^2-867.79\times1.55+1725.1=11.742$$

设$B_{Rk}=1.56$m代入原方程

$$0.04\times1.56^4-1.818\times1.6^3-150.57\times1.56^2-867.79\times1.56+1725.1=1.745$$

取$B_{Rk}=1.56$m

计算结果：$B_{kq}>B_{kh}>B_{Rk}$，说明抗倾为档土墙的控制因素，应取墙底宽$B=1.69$m

7.计算挡土墙的截面

$h_1=G_1(b_1+B)$ 式中$G_1=\dfrac{\mathrm{tg}\alpha_0\mathrm{ctg}\theta}{\mathrm{tg}\alpha_0+\mathrm{ctg}\theta}$，可制成表，今从已制成的表中查得

$G=0.186$

$$h_1=0.186(0.3+1.69)=0.37\mathrm{m}\quad H_1=H-h_1=6-0.37=5.63\mathrm{m}$$

$$b=B-H(\mathrm{tg}\theta-\mathrm{tg}\alpha)\quad 式中\mathrm{tg}\theta=0.364\quad \mathrm{tg}\alpha=0.176$$

$$=1.69-6(0.364-0.176)=0.562\mathrm{m}$$

$$B_1=\frac{h_1}{\mathrm{tg}\alpha_0}=\frac{0.37}{0.2}=1.85\mathrm{m}$$

$$B_2=B+b_1-B_1=1.69+0.3-1.85=0.14\mathrm{m}$$

$$B_3=\frac{B_1}{\cos\alpha_0}=\frac{1.85}{0.981}=1.886\mathrm{m}$$

图6为挡土墙的截面。

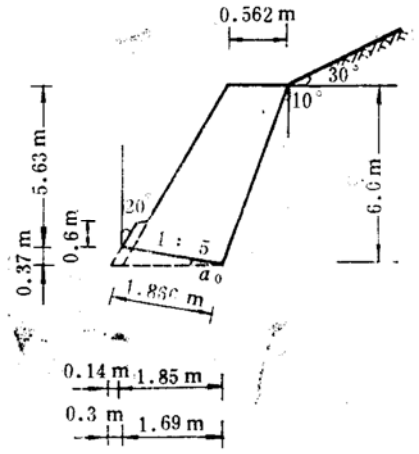


图 6

经验算，此挡土墙的抗滑安全系数$K_h=1.39>1.3$，抗倾安全系数$K_q=1.5$，地基应力$\sigma_{max}=22<1.2\times35\times0.9=37.8\mathrm{t/m^2}$，均满足要求。当取$B=1.627$m时，$K_h=1.3$；取$B=1.8$m时，$B_3=1.993$m，$e=0.337\approx\dfrac{1.993}{6}=0.332$m；取$B=1.56$m时，$\sigma_{max}=35.24\mathrm{t/m^2}$，取$B=1.55$m时，$\sigma_{max}=39.83\mathrm{t/m^2}$。

本文承天津大学吕元平教授和陈环付教授指导，在此一并致谢。

参 考 文 献

[1] 建筑结构设计手册——挡土墙，中国建筑工业出版社，pp.6—17.

[2] 国家基本建设委员会建筑科学研究院主编，工业与民用建筑地基基础设计规范(TJ 7-74)，1974年11月，第40页。

《岩土工程学报》

征　稿　简　则

中国建筑学会

《岩土工程学报》是中国水利学会、中国土木工程学会、中国力学学会、中国水力发电工程学会、中国振动工程学会等六个学会联合主办的岩土工程界全国性学术刊物。本刊经中国科协批准，公开发行。

本刊刊登土力学及岩石力学有关学术论文、研究报告、专题述评、测试技术、工程实录、情报资料及学术活动简讯等。本刊开辟的栏目有：①论文；②短文；③实录；④综述；⑤讨论等。

本刊读者对象为岩土工程界的科研、设计、施工人员及大专院校师生。本刊倡导和鼓励有实践经验的作者撰写稿件，并优先刊登实用意义较大的稿件。

(一)来稿注意事项

1.为便于审阅和存档，来稿需手写一式两份，可用复印件，但油印、铅印件恕不受理。

2.论文篇幅以8000字为限(包括附图及参考文献)，短文以4000字为限，文题及作者单位需译成英文。论文应附英文提要及主题词。

3.来稿一律使用我国法定计量单位(SI制)，行文及运算中统一使用SI制的符号。

4.外国人名、地名可直接使用原文(众所周知的可用中译名)。

5.来稿应署真实姓名、单位及详细地址，署名者应为文章的执笔人或文章内容的主要责任者。

6.来稿请寄岩土工程学报编辑部收阅，请勿寄给个人。

(二)选用稿件清誊要求

1.凡选用稿件应按本刊规定的字数删减，并作必要的修改、补正，文字、插图、数据、资料及计量单位等务必做到准确无误，用本刊稿纸手写清誊，自留底稿，最迟在选用后六个月内寄回修改清稿。

2.凡选用稿件一律文责自负，并由署名者负责定稿。

3.清稿层次为：文题，作者姓名，单位及所在地，中文提要，正文(按一二三，(一)(二)(三)，1 2 3，(1)(2)(3)分章节)，参考文献，英文提要及主题词(包括文题、作者姓名及单位的英译)。

4.清稿必须做到书写工整，字迹清楚，无生造僻字。字母、符号应区分文种、字体、大小写及上下角标等。易混淆者应在首次出现时以铅笔注明之(如Cc，Kk，Oo，Pp，Ss，w，ω，r，γ……)。

5.清稿应附不注字的墨线图及相应的注字底图。插图一般不超过10幅，大小以不超过32开为宜。照片需用层次清楚的黑白片，与插图统编流水号。清稿中以方框示意图位，写明图号、图名。勿将透明图或照片粘贴在稿纸上。

6.参考文献应限于作者亲自阅读、本文明确引用、公开发表或有案可查者。文献全部列于文后，按文内出现的先后次序编号，并在文内右上角注明序号。文献应写明下列诸项：

期刊：作者(外文姓列名前)，文题，刊名，卷期，年份，页码。

书籍：作者，书名，译者，版次，出版单位，地点，年份，页码。

(三)退　稿

1.编辑部一般在收到来稿三个月内通知作者处理意见，六个月后仍未得到本刊答复时，作者可自行处理来稿。

2.接到本刊选用稿件通知六个月后仍未寄回修改清稿者，即为作者自动撤稿。

3.本刊只退一份底稿，退稿时不提审阅意见。简讯及情报资料等，不退底稿。

(四)本刊编辑部

南京编辑组设在南京水利科学研究院土工研究所内(南京市虎踞关34号)，受理土力学稿件。

武汉编辑组设在中科院武汉岩土力学研究所内(武汉市武昌小洪山)，受理岩石力学稿件。

Chinese Journal of Geotechnical Engineering

Vol.10, No.4 (Total No.45), July, 1988.

CONTENTS

The Use of the Method of Optimization for Minimizing Safety Factors in Slope Stability Analysis ..... *Chen Zuyu, Shao Changming* (1)

Ultimate Bearing Capacity of Shallow Footings on Non-homogeneous Soil Foundations ..... *Luan Maotian, Jin Chongpan, Lin Gao* (14)

A Tentative Approach to Optimum Design of Multibrace Diaphragm ..... *Wu Kaihua* (28)

A Three Dimensional Finite Element Stability Analysis of Dam Abutments of Jointed Rock Using Elasto-Plastic Fracture Model ..... *Zho Weiyuan, Yang Ruoqiong, Zhou Litian* (39)

Vibroflotation Method in Improvement of Soft Foundation At the Sea Bottom ..... *Qian Zheng* (49)

NOTES

Shear Moduli and Damping factors of An Artificial Limestone Sand ..... *Yu Peiji, Liang Yongxia, Qin Weiqin* (57)

A Stress-Strain Model with Two Yield Surfaces for Soils ..... *Yin Zongze* (64)

The Quality Effect of Engineering Project due to Chemical Attack of Acid-alkali Waste Liquid on Foundation Soil ..... *Gu Jiwei* (72)

The Design and Calculation of Shallow Underground Structure in Civil Defence Engineering ..... *Kang Ning* (79)

The Experimental Research in Treatment of Salty Soil with Prewetting Method ..... *Li Jingye* (87)

The New Classification and Design of Gravity Retaining Wall ..... *Sun Pinwen* (95)

本 刊 重 要 启 事

自然科学期刊整顿现已结束，本刊于1988年4月办理好正式登记手续（国内统一刊号CN32—1124，发行代号28—62）。因发行订阅单位的原因，众多读者未能及时订阅1988年下半年的本刊。现特请读者周知，本刊已与南京市邮局签订了总发行合同，漏订者请至当地邮局补订，亦可直接向编辑部订阅。

本刊编辑部谨启

岩土工程学报	Chinese Journal of Geotechnical Engineering
（双月刊）	(Bimonthly)
第10卷第4期（总45）	Vol.10, No.4 (Total No.45)
1988年7月30日出版	Published in July 30, 1988

编　　辑　《岩土工程学报》编辑部（南京虎踞关34号）	Edited by Editorial Office of Chinese Journal of Geotechnical Engineering 34 Hujuguan, Nanjing, China
编委会主任　黄文熙	Editorial Board Chairman: Prof. Huang Wenxi
主　　编　蒋彭年	Editor-in-Chief: Prof. Jiang Pengnian
出　　版　南京水利科学研究院	Published by Nanjing Hydraulic Research Institute
印　　刷　南京人民印刷厂	Printed and Binded by RENMIN Printers, Nanjing, China
发行范围　公　开	
订　　阅　全国各地邮局（南京市邮局总发行）	Distributed by China International Book Trading Corporation (GUOJI SHUDIAN)
国外总发行　中国国际图书贸易总公司（中国国际书店）北京2820信箱	P.O.Box 2820, Beijing, China

国内统一刊号CN32—1124　国内发行代号28—62　国外发行代号BM520　凸版纸定价：1.00元　胶版纸定价：3.00元