

参数法在悬臂式挡土墙底板尺寸设计中的应用

袁 健 刘其梅

(中南林学院建筑工程学院, 湖南长沙 410004)

【摘 要】 通过对悬臂式挡土墙设计特点的分析,提出了运用参数法进行墙趾板和墙踵板截面的设计计算,并进一步探讨了地基承载力对底板尺寸的影响。算例表明,该方法能简化设计过程,所得到的结果更加合理。

【关键词】 参数法;底板尺寸;抗滑移;抗倾覆;地基承载力

【中图分类号】 U 213.1; TU 476.4

Application of Parameter—method in the Design of Bottom-slab's Size of Cantilever Type Retaining Wall

Yuan Jian Liu Qimei

(Architecture & Engineering Department, Central South Forestry University, Changsha Hunan 410004 China)

【Abstract】 Through the analysis on the characteristic of cantilever type retaining wall, the parameter-method used to design the size of bottom-slab is presented, and the influence made by bearing capacity of ground is further studied. The result of calculation shows that this method can make the design easier and reasonable.

【Key Words】 the parameter-method; the size of bottom-slab; anti-sliding; anti-overturning; bearing capacity of ground

0 引言

在进行悬臂式挡土墙底板尺寸的设计时,设计人员通常根据抗滑移稳定性验算确定墙踵板的长度,再根据抗倾覆稳定性验算进行墙趾板长度的确定。由于没有综合考虑其相互影响,势必会导致设计结果不尽合理。同时当该类挡土墙用于地基较差的情况时,则需要对墙趾板和墙踵板的截面尺寸进行局部调整,以使其满足地基承载力验算及偏心距大小范围等要求。设计者一般需要经过多次繁琐的试算才能得到符合要求的截面尺寸。

根据国标《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2002)^[1]相关条文可知,对于挡土墙的稳定性验算,主要由抗滑移控制,而实际工程中倾覆稳定破坏的可能性又大于滑动破坏,因此满足抗滑移稳定性要求的挡土墙一般也能满足抗倾覆稳定性要求。规定钢筋混凝土悬臂式挡土墙墙顶的最小厚度一般不宜小于 200 mm,基底合力的偏心距不应大于 0.25 倍基础的宽度。墙面的具体坡度应根据挡土墙的高度确定,当挡土墙的高度较小时,墙身可做成等厚度的,当高度较大时,墙面坡度应取大些^[2]。

1 基本原理及算例分析

笔者通过对悬臂式挡土墙分析发现,在一般情况下,首先可根据墙背填土与墙前地面高差、土压力在悬臂中产生的内力情况确定悬臂部分厚度,在此基础上,结合地基承载力的情况,假定一较合理的底板厚度。因此,对于悬臂式挡土墙截面尺寸的设计,最为关键的就是如何合理的确定墙趾板和墙踵板截面的长度。本文在充分考虑墙趾板和墙踵板对抗滑移及抗倾覆同时产生影响的基础上,通过引入参数来确定墙底板的尺寸;假设墙趾板和墙踵板截面的长度为未知参数,其余相关量均用含参数的表达式表示,将各量分别代入抗滑移稳定性验算公式,得到墙趾板和墙踵板长度的线性组合,再考虑抗倾覆稳定性、地基承载力等因素,从而确定较合理的尺寸取值。

下面通过算例来说明运用参数法进行悬臂式挡土墙底板尺寸的设计(见图 1)。

图 1 中的悬臂式钢筋混凝土挡土墙的重力密度 $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$, 墙背填土与墙前地面高差为 $h_1 = 3.6 \text{ m}$, 墙总高 $H = 4.5 \text{ m}$, 填土表面水平即 $\beta = 0^\circ$, 填土的重力密度 $\gamma_t = 18 \text{ kN/m}^3$, 内摩擦角 $\varphi = 28^\circ$,

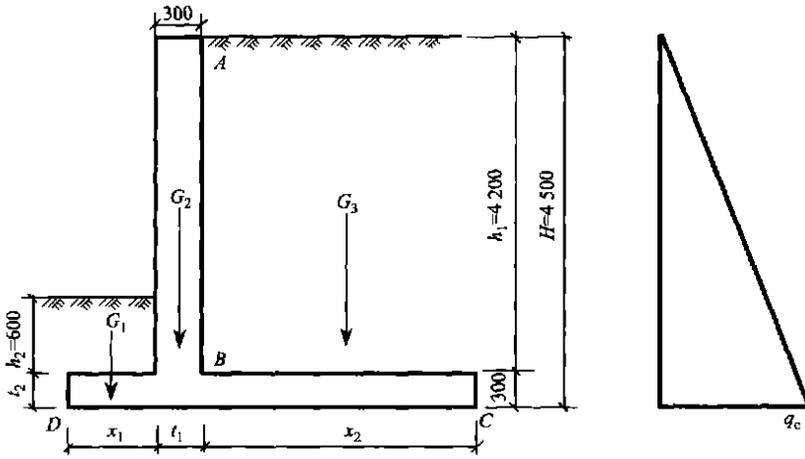


图1 钢筋混凝土悬臂式挡土墙

底板与地基摩擦系数 $\mu=0.40$, 由于采用钢筋混凝土挡土墙, 墙背竖直且光滑, 可假定墙背与填土之间的摩擦角 $\delta=0^\circ$ 。试设计该挡土墙的墙底板尺寸。

解析: 设墙趾板长为 x_1 , 墙踵板长为 x_2 , 悬臂厚度为 $t_1=0.3\text{ m}$, 底板厚 $t_2=0.3\text{ m}$ 。其它尺寸见图1。

1) 荷载计算

由于地面水平, 墙背竖直且光滑, 土压力计算选用朗肯理论公式计算:

$$K_a = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) = \tan^2\left(45^\circ - \frac{28^\circ}{2}\right) = 0.361$$

墙踵板端部 C 点水平土压力为:

$$q_c = K_a \gamma_1 H = 0.361 \times 18 \times 4.5 = 29.24, \text{ kN/m}^2$$

土压力合力为:

$$E_a = \frac{1}{2} q_c H = \frac{1}{2} \times 29.24 \times 4.5 = 65.79, \text{ kN/m}$$

$$z_f = \frac{1}{3} \times 4.5 = 1.5, \text{ m}$$

竖向荷载:

$$G_1 = G_{1t} + G_{1c} = (\gamma_1 t_2 + \gamma_c t_2) x_1$$

$$G_1 = (18 \times 0.6 + 25 \times 0.3) x_1 = 18.3 x_1, \text{ kN/m}$$

$$G_2 = \gamma_c H t_1 = 25 \times 4.5 \times 0.3 = 33.75, \text{ kN/m}$$

$$G_3 = G_{3t} + G_{3c} = (\gamma_1 t_1 + \gamma_c t_2) x_2$$

$$G_3 = (18 \times 4.2 + 25 \times 0.3) x_2 = 83.1 x_2, \text{ kN/m}$$

2) 抗滑移稳定性验算

$$K_s = \frac{(G_1 + G_2 + G_3) \mu}{E_a}$$

$$K_s = \frac{(18.3 x_1 + 33.75 + 83.1 x_2) \times 0.40}{65.79} \geq 1.3$$

$$K_s \Rightarrow x_1 + 4.54 x_2 \geq 9.84 \quad (1)$$

3) 抗倾覆稳定性验算

$$K_1 = \frac{G_1 \frac{x_1}{2} + G_2 \left(x_1 + \frac{t_1}{2}\right) + G_3 \left(x_1 + t_1 + \frac{x_2}{2}\right)}{E_a z_f} \geq 1.6$$

$$K_1 \Rightarrow 9.15 x_1^2 + 41.55 x_2^2 + 83.10 x_1 x_2 +$$

$$33.75 x_1 + 24.93 x_2 \geq 152.84 \quad (2)$$

根据式(1)、式(2)得, 在满足抗滑移的前提下, 墙趾板和墙踵板尺寸呈线性关系, 而抗倾覆稳定性主要取决于墙趾板和墙踵板尺寸的相对大小。在算例所示情况下, 增大墙踵板长度 x_2 对于提高抗倾覆稳定性效果相当显著。若取 $x_1=0.5\text{ m}$, $x_2=2.1\text{ m}$, 这一尺寸组合能同时满足稳定性验算要求, 然后可进行地基承载力验算, 综合考虑这三方面因素以确定最为合理的截面尺寸。

2 讨论

对于悬臂式挡土墙, 由式(1)可知, 底板长度只要满足 $(t_1 + x_1 + x_2)_{\min}$, 则能满足抗滑移要求, 即墙底板以上土体重量及墙自重的总和是某一特定值。对于抗倾覆, 一般情况下, 增大墙踵板长度比增大墙趾板长度更有效。由于在设计过程中将倾覆和抗倾覆力矩作用点理想地假定为墙趾板端部的 D 点, 而实际情况应该是建立在地基反力基础上的支点, 其位置必然在墙趾内侧, 因此抗倾覆力矩与地基情况有着密切关系。当地基承载力低且压缩性高时, 抗倾覆力矩作用点可能后移, 此时可适当加长墙踵板; 当墙前地基承载力高于墙底地基时, 可适当加长墙趾板, 使抗倾覆力矩作用点前移, 以提高抗倾覆效果; 当竖向合力偏心距超过一定范围时, 可对墙趾板与墙踵板的长度进行调整, 以满足地基承载力验算要求, 然后再将其代入式(1)、式(2)验算即可。

3 结论

1) 该方法在充分考虑抗滑移和抗倾覆稳定性

内在联系的前提下,进行悬臂式挡土墙底板尺寸的设计,与常规设计方法相比,其选择尺寸的过程筒便化,所得结果更加合理。

2) 对于高度不是很大的挡土墙,一般满足 $(t_1 + x_1 + x_2)_{\min}$ 的尺寸组合均能满足稳定性要求。当挡土墙较高时,则需依据悬臂部分内力增大墙身厚度,适当调整墙趾板或墙踵板尺寸,以使其满足抗倾覆稳定性、底板内力及偏心距要求。

3) 在进行地基承载力验算时,可直接结合式(1)式(2)调整 x_1, x_2 的组合值,从而使其满足地基承载力要求,避免了繁琐的反复试算过程。

4) 对于悬臂部分、墙底板是变截面的该类型挡土墙同样可以采用文中所介绍的参数法进行设计。

5) 一般情况下,钢筋混凝土悬臂式挡土墙的截面尺寸符合要求后,通过计算配筋和构造配筋则能满足其它方面的要求,故本文不进行这方面的讨论。

参 考 文 献

- 1 GB 50007—2002 建筑地基基础设计规范. 北京: 中国建筑工业出版社 2002. 40~46; 204~208
- 2 武汉工业大学. 特种结构. 武汉: 武汉工业大学出版社, 2000. 10~12; 25~28
- 3 武汉工业大学. 土力学与基础工程. 武汉: 武汉工业大学出版社, 2000. 117~118
- 4 陈希哲. 土力学地基基础. 北京: 清华大学出版社. 1998. 195~200; 212~213
- 5 黄太华, 袁 健. 关于重力式挡土墙截面尺寸的确定方法的探讨. 岩土工程技术, 2004 18(5): 242~243; 247
- 6 黄太华, 饶英明, 谭 萍. 关于挡土墙的地基承载力验算及抗倾覆稳定性验算方法的探讨. 岩土工程技术, 2003 (6): 315~318

收稿日期: 2004-11-12

本刊 2005-01-01 讯 为推进中国科学技术的迅猛发展,中国科学院文献情报中心主持编撰大型、高档次、高品位的科技文献——《中国科学技术发展论坛》,深入总结我国在科学研究、科技攻关、科技改革、科技开发、科技应用等方面所取的最新成果和实践经验,推动理论创新,通过对当前的科技发展状况展开对话,进行全面深刻的集中报道,择其精粹,编撰成册。《中国科技发展论坛》作为文献资料当年编撰,一年一编,实行品牌战略,力求做成精品。2005年初将推出《中国科技发展论坛——2004年卷》,并在京举行图书首发式。该书由科学出版社出版发行,按不同内容分科教兴国、产业科技、建设科技三卷同时推出。《岩土工程技术》主编、常士骠勘察大师发表在《岩土工程技术》2004年第2期上的《天然洞围岩稳定性评价》一文被选入《中国科技发展论坛——2004年卷》。《岩土工程技术》杂志社向常士骠大师表示衷心地祝贺。

《岩土工程技术》杂志社