

# 浅谈水工重力式挡土墙主动土压力计算方法

秦杰

(沧州水利勘测设计院, 河北 沧州 061000)

**摘要:**本文对水工重力式挡土墙的设计内容进行概述,重点探讨水工重力式挡土墙设计中的墙后主动土压力计算方法的确。由于相关资料对墙后土压力计算方法表述不一致,导致工程设计中对土压力计算方法的选择存在一定的争论,为方便水工重力式挡土墙设计和明确土压力计算方法,本文结合具体工程分别采用库伦理论和朗肯理论探讨土压力计算理论和方法。

**关键词:**水工;重力式;挡土墙;土压力;计算方法

中图分类号:TU476.4

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2021)08-0063-02

## 0 前言

由于其结构简单,施工方便,材料容易收集,重力墙被广泛应用于小型水工建筑物中。引重力式挡土墙的施工材料主要有混凝土、干砌和砖砌。它的体积和重量较大,主要受到地基承载力的制约。对于岩土地基,主要考虑工程造价的经济性,一般墙高控制在6m以下,比较合理、经济。石料资源丰富的地区,砌筑混凝土挡土墙比石料砌筑挡土墙更经济,但耐久性较差。

## 1 水工重力式挡土墙常用型式

研究表明,斜墙后填土容易压实,施工方便,且防渗效果好;水电工程中,为便于闸室与上游和下游的连接,满足水流条件,通常采用倾斜式挡土墙。斜坡挡土墙和竖向挡土墙是渠道防渗的主要结构形式。

## 2 主要设计内容

如图1所示,水工重力式挡土墙在设计过程中需要对钢筋、凸榫、墙趾等部件进行科学的组合,进而提高水工重力式挡土墙的整体强度。此外,挡土墙的合理性和安全性与墙后回填土的性质及设计施工水平有很大关系,在设计过程中应合理、灵活地选择计算公式。水工重力式挡土墙的设计过程主要是初拟断面尺寸、荷载计算、稳定验算、优化断面尺寸、稳定复核。鉴于水工重力式挡土墙多采用俯斜式挡土墙,本文主要介绍俯斜式挡土墙一般构造要求。俯斜式挡土墙墙顶宽度一般不小于40cm并应根据墙顶交通要求相应增加宽度。为满足建筑物防渗和排水要求,在建筑物防渗长度范围内的挡土墙分缝处应设置止水带,在建筑物防渗长度以外的挡土墙应设置排水孔和反滤层。墙顶高程的确定应考虑两岸连接、墙前设计水位、安全超高等因素,基底高程的确定应考虑地基土冻结深度、墙前冲刷深度等因素,基底埋深一般按照埋深不小于0.5m,不小于冻结层以下0.25m且不

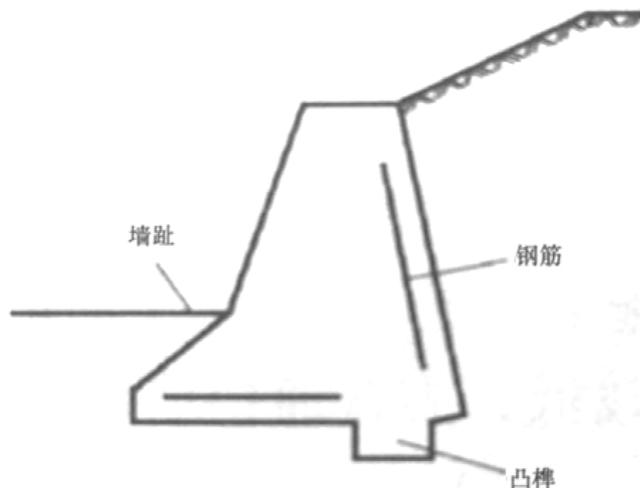


图1 水工重力式挡土墙

小于冲刷深度以下0.5m确定。墙背坡比一般为1:0.3~1:0.7之间根据墙身稳定性要求计算确定。此外,还要考虑挡土墙抗冻、抗渗、抗侵蚀的要求。

## 3 土压力计算理论

为了保证工程安全,目前部分工程在挡土墙设计过程中仍采用保守的静止土压力理论计算墙后土压力,在一定程度上造成了墙身设计尺寸过大、不经济的后果。理论上挡土墙是完全静止的结构,不允许产生位移,理论上,应采用静止土压力法计算;事实上,没有完全固定的支撑结构。当受到土压力、水压力和地面车辆荷载的作用时,挡土墙总会产生一定的位移,但位移很小,可达到土压力的主动量,因此,挡土墙的墙后土压力应按照主动土压力进行计算。鉴于被动土压力计算精度远不如主动土压力,在实际工程中,一般都不考虑墙前被动土压力。

表 1 挡土墙作用力及底板中心力矩计算结果对比

计算公式	垂直力/kN	水平力/kN	力矩/kN·m
库伦公式 $\delta=12^\circ$	264	82	104
库伦公式 $\delta=25^\circ$	286	67	62
朗肯公式	302	61	31

表 2 结果对比

计算参数	抗滑安全系数	基底最大应力/kPa	基底最小应力/kPa	平均基底应力/kPa	不均匀系数
库伦公式 $\delta=12^\circ$	1.19	113	26	69.5	4.32
库伦公式 $\delta=25^\circ$	1.58	101	50	75.5	2.04
朗肯公式	1.84	92	67	79.5	1.39
规范允许值	>1.25	<156	>0	<130	<2.5

#### 4 主动土压力计算

根据墙后填土坡度的不同,重力式挡土墙后土压力计算条件可分为墙后水平填土和墙后倾斜填土,根据墙后填土的特性可分为无黏性和黏性两类。在墙后填土为黏性土的情况下,应考虑填土的黏聚力对主动土压力的影响,计算结果按《水工挡土墙设计规范(SL 379—2007)》规定的黏性土主动土压力公式。

在《水工挡土墙设计》一书中认为,在一般壁梯度重力带的土压力计算中,兰金理论不适用。基于内摩擦角,库伦理论可用于梯度无黏性土土压计算。根据《水工墙体施工规范(SL 379—2007)》,墙后填土应均匀渗透,墙后填土倾斜时,墙后可动土压可采用库仑式计算。当墙后填土表面水平时可按朗肯公式计算墙后主动土压力。上述资料对土压力计算方法的规定存在不一致性,容易对实际工程设计计算造成一定的困扰。

库伦理论认为墙后主动土压力作用方向与水平面呈  $(\varepsilon+\delta)$  夹角,对于无黏性土,库伦公式的主动土压力计算方法如下:

$$F=1/2\gamma H^2 K_a F_H=F\cos(\varepsilon+\delta) F_V=F\sin(\varepsilon+\delta)$$

其中:F-作用于墙背的活动土压力。

对于无黏性土的计算方法如下:

$$F=1/2\gamma H^2 K_a; K_a=\tan^2(45^\circ-\phi/2)$$

式中:F-墙背水平方向主动土压力,作用点为距墙底 1/3 墙高处,KN/m;其余符号意义同前。

#### 5 库伦和朗肯公式计算结果对比分析

根据工程实际,采用库仑公式和朗肯公式对挡墙进行了稳定性验算。基础是致密沙壤土。基底摩擦因数  $f$  是 0.37。回填土的内摩擦角为  $30^\circ$ ,外摩擦角为  $12^\circ$ 、 $25^\circ$ ;墙壁在水平方向上。基础承载力设计值为 130kPa。单位宽度挡土墙作用力、底板中心力矩计算结果对比见表 1,稳定计算结果对比见表 2。

根据计算结果,按照库伦公式( $\delta=25^\circ$ )计算,挡土墙稳定满足规范(SL 379—2007)要求,按照朗肯公式计算,挡土墙稳定满足规范(SL 379—2007)要求。工程实际运行情况表明按照朗肯公式计算是安全可靠的。

土体的压力等级分量和竖向分量,在库仑公式中都受到壁面和后壁面外部摩擦角的影响。数值越小,水平组分越大,垂直组分越小,结构稳定性越差。根据后壁的粗糙程度和排水情况,可选用满足规范(SL 379—2007)要求的挡土墙结构,如果后面的墙

和填料之间不能滑动,比较兰金式和库仑式后,948 的组值必须低于 0.7934。如果按照 Lancer 公式计算,这堵墙的尺寸太大了,不经济。同时施工单位还须充分意识到现场施工的重要性。通过现场调查,全面掌握施工情况,掌握施工质量,及时解决问题,保证工程的顺利实施,另外,还要根据路基地形进行施工。为此,在施工实践中,应综合考虑场地地质条件、软土结构分布及水文条件等因素,确保水工重力式挡土墙施工的连续性,确保工程质量。

#### 6 主动土压力计算方法的选择

综上所述,对于水工重力式挡土墙后填土表面为水平时,可按照朗肯理论计算主动土压力,墙后填土表面倾斜与水平方向有一定夹角时,可按库伦理论计算主动土压力。按照库伦理论进行挡土墙设计计算时,应合理选择回填土与墙背之间的外摩擦角,否则将使挡土墙断面过大而不经济。

#### 7 结束语

在重水工重力式挡土墙的设计中,应根据设计条件,合理地选择主动土压计算公式。对中小型水工建筑物,墙后填土可采用兰克公式计算,填料后倾墙后,采用库仑式计算活动土压力,其后按以往施工经验进行计算,审查结果可确保项目的安全运行。

#### 参考文献

- [1] 周应兵,陈廷君,刘大伟,等.加筋重力式挡土墙主动土压力的上限分析方法[J].铁道建筑,2019,59(4):104-107,112.
- [2] 黄绪红,刘福臣.关于《水工挡土墙设计规范:SL 379—2007》有关土压力计算的商榷[J].土木工程,2020,9(11):8.
- [3] 吴曙光,宋福华,苏亚楠,等.折线坡形挡土墙主动土压力计算方法研究[J].防灾减灾工程学报,2020(1):83-89.
- [4] 倪世权.航道护岸重力式挡土墙滑移原因分析及处置措施[J].工程与建设,2020,34(2):273-274.
- [5] 杨明辉,吴志勇,赵明华.挡墙后有限宽度土体土拱效应分析及土压力计算方法[J].湖南大学学报:自然科学版,2020(3):19-27.
- [6] 刘瑛,方龙建,姜啸.重力式挡土墙综合质量检测方法研究[J].科技创新,2020(28):95-97.

收稿日期:2021-01-09

作者简介:秦杰(1989—),男,汉族,河南林州人,工程师,本科,研究方向为水利水电设计。