

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2023.06.018

浅谈仰斜式挡土墙不均匀沉降计算

高柳

[同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要: 挡土墙作为支挡结构在公路中的应用较为广泛,科研和水工中经常采用 ABAQUS 有限元软件对工况简化,运用应力云图等分析挡墙和土体相关参量的变化对工况的影响,公路工程中一般简化工况,采用理正岩土软件进行验算。通过手工计算、理正岩土软件、GE05 软件对仰斜式挡土墙的稳定性进行分析,给出仰斜式挡土墙偏心距计算的相关建议。

关键词: 仰斜式挡土墙;GE05;理正岩土;偏心距

中图分类号: U417.1+1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)06-0064-02

0 引言

路基工程中,挡土墙主要起到安全防护的作用,节约土地、稳定边坡和控制工程造价。刘建学^[1]、何璠^[2]通过研究仰斜式挡土墙抗滑、稳定性计算,一般路堑墙、地面平缓的路肩护坡墙、坝体等,宜优先考虑仰斜式挡土墙,较为经济。仰斜式挡土墙的计算,一般参考重力式挡土墙,用库伦理论计算土压力,夏智翼^[3]运用 ABAQUS 软件对仰斜式挡土墙稳定影响因素进行了分析,但工程中一般采取简化条件进行挡墙的计算,理正岩土软件作为分析路基处理的简化软件,颇受工程设计人员欢迎,笔者发现运用理正岩土软件计算仰斜式挡土墙时,其偏心距的计算结果存在一定的偏差。

1 挡墙的选择

重力式挡土墙选择分为仰斜式、垂直式、俯斜式。仰斜式的主动土压力最小,俯斜式的主动土压力最大。主动、被动土压力示意图 1。

如果边坡为挖方,采用仰斜式较为合理,仰斜式的墙背可以和开挖的临时边坡紧密贴合。如果边坡为填方,则采用俯斜式或垂直式较为合理,仰斜式挡土墙的墙背填土夯实比较困难。当墙前地形平坦时,采用仰斜式较好,当地形较陡时,采用墙背较好。

2 工程概况

北海市向海大道-南北高速立交节点,为半首

收稿日期:2022-10-10

作者简介:高柳(1989-),男,硕士,工程师,从事道路设计工作。

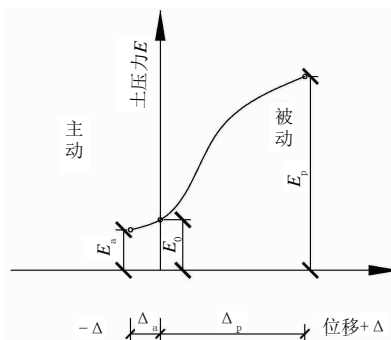


图1 主动、被动土压力示意图

蓓叶立交形式,设置有4条地面辅路,为控制工程成本,辅路路堑形式,设置4m高仰斜式挡墙进行边坡防护。运用理正岩土软件对4m高仰斜式挡土墙进行稳定性分析,偏心距不通过。

3 仰斜式挡土墙的计算

验算采用的挡墙为《国家建筑标准设计图集17J008》(挡土墙-重力式、衡重式、悬臂式)P40页的仰斜式路堑挡墙,见图2。不同工况下的力学计算见表1、表2。

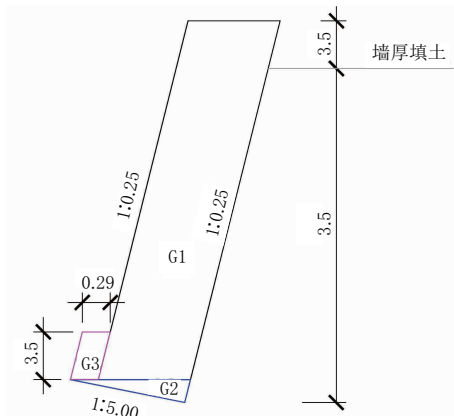


图2 仰斜式挡土墙墙体分解示意图(单位:m)

表 1 不同工况下的力学计算(一)

参数名称	工况一	工况二
起始参量	$\varphi = 35^\circ$;	$\varphi = 35^\circ$;
	$\delta = 0.5\varphi$;	$\delta = 0.5\varphi$;
	$c = 0$;	$c = 0$;
	$q = 0$;	$q = 30 \text{ kPa}$;
	$f = 0.3$	$f = 0.3$
破裂角 θ	36.096°	36.096°
滑动稳定性	2.502	$1.298 < 1.3$
偏心距 e	$-0.373 > 0.25B$	$-0.069 < 0.25B$
墙踵处地基承载力 /kPa	262.619	107.616
地基平均承载力 /kPa	76.707	80.453

表 2 不同工况下的力学计算(二)

参数名称	工况三	工况四
起始参量	$\varphi = 35^\circ$	$\varphi = 35^\circ$
	$\delta = 0.5\varphi$	$\delta = 0.5\varphi$
	$c = 15 \text{ kPa}$	$c = 15 \text{ kPa}$
	$q = 0$	$q = 30 \text{ kPa}$
	$f = 0.3$	$f = 0.3$
破裂角 θ	14.036°	14.036°
滑动稳定性	滑移力为负值, 不计算抗滑移稳定安全系数	滑移力为负值, 不计算抗滑移稳定安全系数
偏心距 e	$-0.605 > 0.25B$	$-0.605 > 0.25B$
墙踵处地基承载力 /kPa	9 640.459	9 640.459
地基平均承载力 /kPa	72.763	72.763

运用理正岩土软件计算上述 4 个工况。当挡墙墙后的破裂角为 14.036° , 极限状态墙体绕墙趾转动时, 墙后填土对墙无土压力作用。当挡墙墙后的破裂角大于 14.036° 时, 极限状态墙体绕墙趾转动时, 墙后填土对墙有土压力作用。随着墙后填土外部荷载 q 的增大, 墙后填土对墙体的土压力作用也随之增加。工况一、三、四的偏心距计算不满足规范要求。工况三和工况四中的墙踵处地基承载力过大, 不符合实际力学特征。

4 仰斜式挡土墙偏心距分析

偏心距数值控制基底的不均匀沉降, 挡土墙基底法向反力的偏心距必须满足 $e < B/6$ 。偏心距推导示意图见图 3。

以 2 m 仰斜式挡墙为例, 分析挡墙重心位置, 见图 4。

部分仰斜式挡土墙仅仅依靠挡墙自身 G , 无法使竖向合力的偏心距 $e < B/6$ 。仰斜式挡墙需借助外力, 即借助墙后的土压力才能使得竖向合力向墙趾处移动。

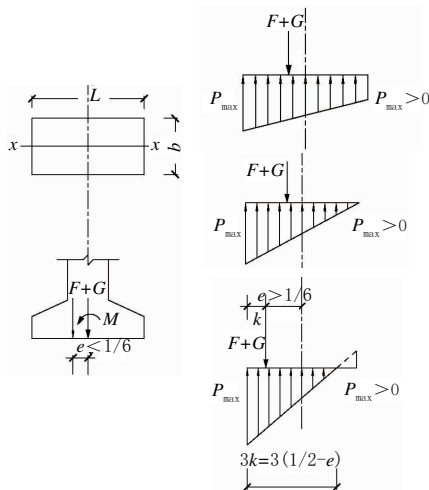


图 3 偏心距推导示意图

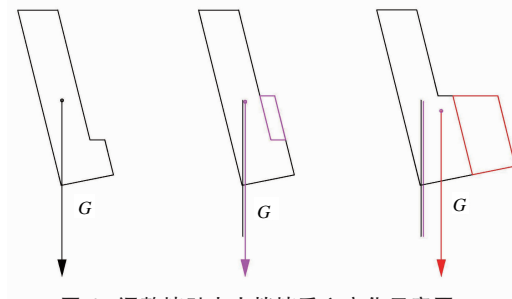


图 4 调整墙趾大小挡墙重心变化示意图

水利水电工程中很少遇到挡土建筑物向填土方向位移的情形, 且被动土压力一般对建筑物有利, 加之不易准确计算, 因此, 水工建筑物设计一般不予考虑, 而将它作为安全储备

e 小于 0 时, 挡土墙上的整个竖向合力向墙背方向移动, $e < B/6$, 致使墙踵处的土压力极大。

5 仰斜式挡土墙偏心距计算

基底偏心距为负时, 此时基底最大应力 P_{max} 位于墙踵处, 而墙踵处因为墙后土体的压实作用, 地基承载力会远大于 $1.2 f_a$ 。同时, 基底偏心距为负对抗倾覆也是有利的, 因此, 偏心距为负时, 将偏心距考虑为 0 是合理的, 也是符合工程实际的。若不这样考虑, 可能就会得到某些挡墙的偏心验算不满足要求, 而在实际工程中, 完全是可以满足要求的。

偏心距为负时, GEO5 将其考虑为 0 是合理的, 也是符合工程实际的。运用 GEO5 软件, 选择中国规范 GB 50010—2010, 验算方法采用经典法(极限状态法和安全系数法), 4 m 高仰斜式挡墙, 轴力的最大偏心距 $e = 0 \text{ mm}$ 。

6 结语

理正岩土软件计算偏心距为负时, 采用 GEO5

(下转第 73 页)

肋顶板加劲肋、拱肋底板加劲肋、拱肋腹板加劲肋局部稳定折减系数分别为 0.92、1.0、0.9,需要在计算时进行允许值折减,经验算满足规范要求。

3.6 结构疲劳验算

3.6.1 整体疲劳验算(计算模型 I)

根据《公路钢结构桥梁设计规范》第 5.5.2 条规定,按计算模型 I,疲劳荷载采用等效的车道荷载,集中荷载为 0.7 P_k,均布荷载为 0.3 q_k,P_k 和 q_k 按《公路桥涵通用设计规范》取值。利用 Midas/Civil 有限元程序进行总体疲劳计算分析,计算模型正应力时计入钢筋混凝土桥面板的影响,计算模型剪应力时则不考虑桥面板的影响。正应力疲劳细节按照 70 MPa 选取正应力疲劳极限计算容许值;剪应力疲劳细节按照 80 MPa 选取剪应力疲劳极限计算容许值。在疲劳荷载作用下,主梁的整体疲劳验算结果见表 3。

表 3 整体疲劳验算结果

位置	拉应力 /MPa	容许值 /MPa
疲劳正应力幅 $\Delta\sigma_p$	27.6	51.6
疲劳剪应力幅 $\Delta\tau_p$	14.8	36.6
正应力验算结果	满足	满足
剪应力验算结果	满足	满足

由表 3 可知,整体疲劳验算结果满足规范要求。

3.6.2 桥面板疲劳验算(计算模型 III)

根据《公路钢结构桥梁设计规范》第 5.5.2 条验算正交异性桥面系的疲劳效应。计算使用 Midas/Civil 有限元程序,钢梁顶板、U 肋、隔板、横肋、腹板均采用板单元模拟,对隔板和腹板底部进行固定约束。正应力疲劳细节按照 70 MPa 选取,剪应力

疲劳细节按照 80 MPa 选取。在疲劳荷载作用下,桥面板疲劳验算结果见表 4。

表 4 桥面板疲劳验算结果

位置	拉应力 /MPa	容许值 /MPa
疲劳正应力幅 $\Delta\sigma_p$	45.20	51.8
疲劳剪应力幅 $\Delta\tau_p$	25.20	59.3
正应力验算结果	满足	满足
剪应力验算结果	满足	满足

由表 4 可知,桥面板疲劳验算结果满足规范要求。

4 结 语

(1)多跨连续梁拱组合桥是一种受力合理,兼顾景观性、施工可操作性的桥梁形式,其景观特点能够满足城市景观桥梁的需求,是一种良好的城市景观桥梁选择。

(2)分离多箱室断面可以较好地解决超宽断面的钢结构安装、运输等问题,也能够很好地契合多跨连续梁拱组合桥景观需求。

(3)通过对本结构的计算分析,本桥中结构设计参数的取值可以为同类型桥梁的设计提供参考。

参考文献:

[1] 金成棣. 预应力混凝土梁拱组合桥梁 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.

[2] 龚子松. 两座连续梁拱组合桥设计分析比较[J]. 城市道桥与防洪, 2021(1):75-79.

[3] 吕向明, 李国宏. 梁拱组合体系桥荷载试验及分析[J]. 城市道桥与防洪, 2009(10):81-84.

[4] 上官兴, 童林, 黄剑虹, 等. 三座梁拱组合桥梁的设计简介[J]. 公路工程, 2003, 28(2):98-102.

[5] CJJ 11—2011(2019 年版), 城市桥梁设计规范[S].

(上接第 65 页)

软件可将偏心距考虑为 0, 验算仰斜式挡土墙基底的合力偏心距和墙踵处地基承载力。

参考文献:

[1] 刘建学. 仰斜式挡土墙的优越性[J]. 河北水利水电技术, 2002(3):

36-37.

[2] 何璠. 浅谈仰斜式挡土墙在山路边坡滑坡中的应用[J]. 陕西水利, 2021(7):43-47.

[3] 夏智翼. 仰斜式挡土墙稳定影响因素分析[J]. 水电工程施工、试验及检测, 2016, 4(8):95-101.