

变形协调法设计锚板式圬工挡墙的尝试

邓卫东 张英健

(江苏省海安县水利局, 江苏海安县 226600)

【摘要】 将破裂面以外的土体视为具有随深度成正比增长的地基系数的弹性介质, 采用变形协调法, 求出给定安全系数条件下墙体和锚板的变位及拉筋的拉力, 将墙体的抗倾、抗滑验算转化为对拉筋的抗拉强度验算。

【关键词】 挡土墙; 锚板结构; 变形协调; 稳定性

【中图分类号】 TU 476.4

An Attempt to Design the Anchored Bulkhead Masonry Retaining Wall with the Method of Assort with Deformation

【Abstract】 The natural subsoil exclusive of fracture surface is regard as a elastomer of coefficient of subsoil increasing by depth, with method of assort with deformation, when safety factor is known, working out the tensile force of tendon draw and the displacement of wall and anchored. In essence, checking computation intensity of tendon draw instead of stability of wall.

【Key words】 retaining wall; anchored framework; assort with deformation; stability

0 引言

在江苏省海安县的北凌河整治工程中, 老坝港段采用了锚板式薄壁圬工挡墙(见图1), 既适合填方段施工, 又克服了俯斜式圬工挡墙浸水时抗滑的不足, 同时具有较好的经济性(断面约为重力式的1/3左右)、对地基的承载力要求不高。该工程竣工已经过三个汛期的考验, 无任何不良病害, 其稳定性验算与常规的静力平衡计算稍有不同, 采用了变形协调法, 考虑了结构的变位与受力关系。现介绍采用该法的锚板式圬工挡墙墙体稳定性计算。

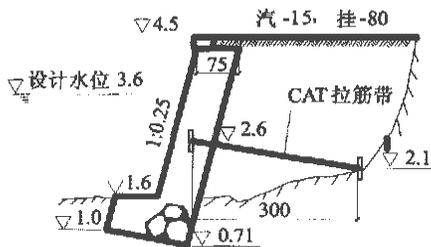


图1 锚板圬工挡墙构造图

1 基本假定

1) 俯斜式圬工挡墙为满足构造要求的刚体, 在受力过程中不发生任何变形。

2) 将土体视为具有随深度成正比增长的地基系数的弹性介质^[1]。相应于深度 y 的侧向地基系数 $C_y = my$; 相应于深度处的竖向地基系数 $C_0 = m_0 h$; 相应于深度 h' (换算高度, 即基底平均压力换成相当于基底土的土柱高度) 处的地基剪切系数为 C_x , 在无实测资料时, 取 $C_x = C_0/2 = m_0 h'/2$, 但 C_0 不得小于 $10m_0$ 。 m 和 m_0 可参照 JTJ 022-85 表 5.2.2 选用。

3) 在对挡墙和锚板的受力分析过程中, 不计土体对拉筋的摩擦力, 认为抗拔力全由锚板承受。

4) 在对挡墙和锚板的变位分析过程中, 不计拉筋的伸长率对锚板水平变位的影响。

作者简介: 邓卫东, 1969年生, 男, 汉族, 江苏海安人, 工程师。1991年毕业于江苏水利高等专科学校, 2000年考入东南大学专升本。主要从事水工、道桥的设计与施工。

2 受力分析

2.1 以墙体为研究对象

以单位长墙体为脱离体,受力分析见图2。挡墙在重力 G 、主动土压力 E_a 的作用下,墙体向前产生水平变位 δ_x 、竖直变位 δ_y 及转角 β ;墙体因变位而获得地基对它的水平剪力 T 、基底应力 σ 及其抵抗矩 M_0 、随变位变化的拉筋拉力 F 而平衡。由基本假定,基底对挡墙的剪切力 T :

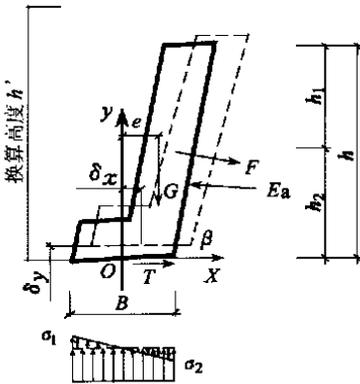


图2 墙体受力分析图

$$T = A_1 \delta_x C_x = \frac{1}{2} B \delta_x m_0 h' \quad (1)$$

式中: A_1 为单位长度挡墙的基底面积;

B 为挡墙底板的宽度。

基底因转角 β , 对挡墙产生的抵抗矩 M_0 :

$$M_0 = \int_{-B/2}^{B/2} x^2 \beta C_0 dx = \frac{1}{12} \beta m_0 h B^3 \quad (2)$$

底板因竖直变位 δ_y 而受到的基底反应力 σ :

$$\sigma = \delta_y m_0 h = N/B \quad (3)$$

式中: N 为竖向反力。

底板因转角 β 而使底板边缘受到的最大竖向反应力 σ_y :

$$\sigma_y = \frac{B}{2} \beta m_0 h \quad (4)$$

因而,底板所受的基底应力分布:

$$\sigma_{1,2} = m_0 h \left[\delta_y \pm \frac{B}{2} \beta \right] \quad (5)$$

2.2 以锚板为研究对象

锚板在拉筋的作用下,向前产生一个水平

变位 δ , 从而使锚板获得土体的弹性抗力而平衡, 由变形协调, 水平变位 δ :

$$\delta = \delta_x + \beta h_2 \quad (6)$$

忽略锚板四周的水平剪力(锚板较薄), 拉筋作用力 F :

$$F = A_2 \delta C_y = A_2 m h_1 (\delta_x + \beta h_2) \quad (7)$$

式中: A_2 为锚板的侧向面积。

3 稳定性验算

3.1 抗倾、抗滑验算

该组合结构的稳定程度, 取决于圬工挡墙能从锚板中获得多大的拉力, 拉力又与挡墙的变位有关。在地基系数一定的条件下, 根据拉筋材料性能调整用量, 可以使拉筋具备较大的抗拉能力, 以适应不同荷载、工况下的墙体变位。因而, 其抗倾、抗滑验算, 转化为在规范规定的安全系数 $[K_c]$ 、 $[K_0]$ 条件下的 δ_x 、 β 及其对应的拉力 F 的计算。由图2可知:

$$K_c = \frac{F_x + T}{E_{ax}} = [K_c] \quad (8)$$

$$K_0 = \frac{M_0 + G \cdot e + F_x \cdot y_F + F_y \cdot x_F}{E_{ax} \cdot y_E + E_{ay} \cdot x_E} = [K_0] \quad (9)$$

验算时将式(1)、式(2)、式(7)代入式(8)、式(9), 可求得 δ_x 、 β , 再由式(7)求得 F 。从而实现了将墙体的抗倾、抗滑验算转化为对拉筋的安全计算。

3.2 基底应力验算

由式(5)的计算结果与地基承载力相比而得, 不再赘述。

4 结论

1) 采用变形协调法, 能直观地反应出墙体受力后产生变位、平衡的过程, 可以计算出不同工况下的变位情况及拉筋的对应拉力, 力学概念明确。

2) 结构的可靠与否除了与 $[K_c]$ 、 $[K_0]$ 的取值有关, 还与地基系数 m 的取值有关。设计时, 一方面, 可以通过现场试验获取参数, 另一方面, 通过对计算出的 δ_x 进行校核, 当大于 6 mm, 说明 m 取值过大, 应重新取值计算。

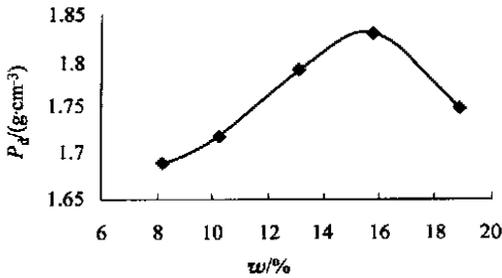


图1 土料干密度和含水量关系曲线

2.1 常规方法

由图1可确定最优含水量 w_{op} 为15.6%，最大干密度 $\rho_{d\max}$ 为 $1.83 g/cm^3$ 。

2.2 应用曲线拟合的方法求解

按照进行曲线拟合后求极值的方法，设函数关系式为： $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$ ，按式(6)~式(9)进行求解，可得到计算结果：

$$\begin{cases} a_0 = 1.15 \\ a_1 = 0.09 \\ a_2 = -0.0029 \end{cases}$$

则函数表达式为：

$$y = 1.15 + 0.09x - 0.0029x^2$$

按式(10)求极值得到：

$$\begin{cases} \rho_{d\max} = 1.85 g/cm^3 \\ w_{op} = 15.52\% \end{cases}$$

2.3 结果分析

两种不同方法得到的结果基本吻合，说明采用二次函数的假定是可行的。

3 结论

1) 采用曲线拟合方法可克服人工处理数据过程中随意性的影响，得到数值解析解；反映最大干密度和最优含水量之间内在的联系。

2) 经过计算验证，采用二次函数可反映最大干密度和最优含水量之间的函数关系。

3) 由于采用的为二次函数，因此在进行分析时应至少取三组以上数据，并注意使峰值点包含其中，以利用二次函数的极值性质、减小误差。

参考文献

- 1 JTJ 051-93 公路土工试验规程. 北京: 人民交通出版社, 1993
- 2 武鹤, 王莉, 陈铁林. 风化岩路基填料的击实试验与检测方法. 黑龙江工程学院学报, 2001, 15(2): 20~22
- 3 郭庆国, 李鹏, 徐彦文. 土石坝的压实标准及应用中存在的问题. 西北水电, 2001, (3): 33~37
- 4 李庆扬, 王能超, 易大义编. 数值分析(第三版). 武汉: 华中科技大学出版社, 2001. 97~99

收稿日期: 2003-03-03

(上接第225页)

3) 变型协调法仅讨论圬工挡墙的稳定性的，就整个结构的稳定性来讲，还应有拉筋锚固长度的计算(方法不在本文讨论)，其安全系数的取值不宜过小，可取2.5~3。

参考文献

- 1 JTJ 022-85. 公路砖石及混凝土桥涵设计规范

收稿日期: 2003-05-08