

塑料排水板加固软基的稳定可靠度分析

刘先鹏

(中港二航局四公司, 芜湖 241001)

摘要:文章探索采用可靠度方法分析、计算塑板加固地基的稳定;根据塑板加固地基抗剪强度参数变异性的特点,介绍采用可变误差多面体法计算地基可靠指标;最后结合工程实例,对我国地基稳定可靠指标值的取用标准提出建议。

关键词:可靠度;稳定性;塑料排水板;加固地基

中图分类号:TU472

文献标识码:A

绪 论

采用塑料排水板加固软土地基在我国是从1982年开始正式应用的。

塑板排水板加固软基稳定性分析,目前大多采用港工地基规定的传统设计方法进行地基承载力与稳定性计算,即抗力(R)应大于荷载效应(S),其安全度用 K 表示。

$$K = \frac{\text{抗力平均值}}{\text{荷载效应平均值}} = \frac{m_R}{m_S} \quad (1)$$

即: $m_R = Km_S$

安全系数 K 是固定的,未考虑抗力和荷载的变异性,同时也未反映 R 与 S 的离散程度。而地基的可靠指标 β ,不仅映了 R 、 S 联合概率密度函数值,而且还反映了它们的离散程度 δ_R 、 δ_S 。

凭经验确定的安全系数往往带有人为因素。因此,造成安全系数不能代表安全度。一个工程安全系数大于1.0,由于未考虑施工荷载的变异性而造成工程事故(如广州某航修站重力式码头,因未考虑施工吹填中产生的水头差,而造成严重位移)。反之,有的工程安全系数小于1.0,但在施工和使用中却安然无恙。这就是在设计原则上,把土的指标看成“确定性”的结果,同时,也易形成不同地区和部门采用不同的安全系数,给人以假象,而这些地区经验又一时很难统一。

计算塑板加固的软基可靠指标 β ,是地基结构在规定的条件下,在期望(或规定)的期间内,无故障地完成其预定功能的概率指标。当地基结构的整体或部分地超过某状态时,就不能满足设计规定的某一(些)功能的要求,这种极限状态是区分塑板加固地基工作状态是否处于可靠状态的标志。

在基于可靠度理论的设计中,以可靠指标 β 代替定值设计法设计的安全系数 K ,作为设计依据。

美国 LRFD(Load and Resistance Factor Design)规范建议目标可靠指标为:

临时建筑: $\beta=2.5$, 普通建筑: $\beta=3.0$, 非常重要建筑: $\beta=4.5$ 。

我国《港口工程结构可靠度设计统一标准 GB 50158-92》规定的可靠指标值见表1。

表1 港口工程结构可靠指标

结构破坏类型	安全等级		
	一 级	二 级	三 级
有预兆破坏	4.0	3.5	3.0
无预兆破坏	4.5	4.0	3.5

• 收稿日期:2001-08-30

作者简介:刘先鹏(1967-),男,四川蓬溪人,高级工程师,主要从事水运工程施工及管理。

1 塑板加固地基抗剪强度参数随机性实质

塑料排水板加固的软土地基,其抗剪强度参数的变异性,是由于塑料排水板的品种和土体性质的不同而产生的。对同一土体,在相同的预压荷载作用下,选用不同品种的塑料板,会得到不同的抗剪强度指标,反之亦然。从这个意义上讲,塑料排水板加固地基抗剪强度参数的变异性,取决于塑料排水板品种、土体变异性的影响,同时还取决于我们对各种塑料板性能和土体抗剪强度的了解程度。

2 JC 法计算中不收敛情况的解决途径

直接积分法在极限状态方程较复杂时,往往难以得到满意的结果。在工程上常用的是近似概率法,其中以 JC 法最为常用。JC 法又称改进一阶二次矩法,是由 Rackwitz 和 Fissler 等人提出,被国际安全度联合委员采用。由于塑料排水板的性能指标及地基土本身所固有的较大的空间变异性,采用 JC 法常用的迭代格式,经计算遇到不收敛的问题,对某些方程无法求解。

本文根据塑板加固地基抗剪强度参数变异性的特点,采用可变误差多面体算法进行地基可靠指标计算。其目标函数和约束条件为:

$$\text{目标函数} \quad \beta = \min \left[\sum_{i=1}^n y_i^2 \right]^{1/2} \quad (2)$$

$$\text{约束条件} \quad \varphi^{(k)} - T(y) > 0$$

其中 $\varphi^{(k)}$ 是第 k 步可行性的允许误差值,而 $T(y)$ 是表明点 y 破坏约束的一个度量。

$$T(y) = \left[\sum_{i=1}^n h_i^2(y) + \sum_{i=n+1}^m u_i(g_i(y)) g_i^2(y) \right]^{1/2} \quad (3)$$

由此可见,若 $T(y)=0$,则 y 是可行点,得到的 y 就是要求的解答。若 $T(y) \geq 0$,则 y 不是可行点。但是在可变误差算法中,只要 $T(y) \leq \varphi^{(k)}$ 均是可取的。求解的思想就是在近似可行区域中,采用可变多面体算法寻求可行点。所求得到点,使 $f(y)$ 达到极小值。将差 φ 选成可变多面体的顶点所确定的正下降函数,其表达式为:

$$\varphi^{(k+1)} = \varphi^{(k)}(y_1^{(k)}, y_2^{(k)}, y_{r-1}^{(k)}, y_{r-2}^{(k)}) \quad (4)$$

函数 φ 在整个寻找过程中作为约束破坏的允许误差,同时作为寻优结束的判别量。

3 盐田港 2[#] 泥塘堆场地基稳定可靠度分析

盐田港 2[#] 泥塘堆场采用塑料排水板和土工布垫层技术进行软基处理。泥塘面积 6 万 m²。根据 YICT 的总体规划要求,2[#] 泥塘堆场堆载为标箱 6 层,本文运用前面提出的可靠度理论和方法,对塑料排水板加固的 2[#] 泥塘堆场进行地基稳定分析。

3.1 基本资料

设计水位:50 年一遇,取 2.89 m;100 年一遇,取 3.12 m。

波浪资料:考虑到堆场失事后可能造成的损失和影响,取 50 年一遇设计波高 $H_{13\%}=2.94$ m。

材料指标:加固泥塘堆场的材料指标和塑料排水板性能指标见表 2 和表 3。

3.2 堆场结构

2[#] 泥塘堆场由三大部分组成:堆场、道路和护坡。护坡为石坝,其作用是抵御海水,挡浪潮袭击,保证堆场稳定。石坝基础上部采用 SPB-1C 型塑料排水板加砂垫层,可加速地基固结和提高地基土的强度。用强度为 40.0 kN/m 有纺土工布将砂与淤泥隔开,保证砂垫层的排水厚度。强度为 60 kN/m 有纺土工布与碎石层配合可以大大改善地基应力扩散,并起加筋作用。防止灰水渗出和海水

渗进的防渗层采用库区渗泥土,此材料与石坝变形同步,防渗体可随坝体沉降而塌陷,不至于因变形不一而造成防渗体破坏。

表2 加固泥塘堆场的材料指标

材料名称	天然重度 (kN/m^3)	浮重度 (kN/m^3)	内摩擦角 φ ($^\circ$)	凝聚力 c (kPa)
块石	18.0	11.0	40	0
中砂	16.0	9.8	34	0
淤泥	15.8	5.8	$\varphi_{\text{av}}=11.4$	$c_{\text{av}}=6$

表3 加固泥塘堆场的塑料排水板性能指标

测试项目	测试值	测试条件
材料重量	芯板 / 滤膜 /	
截面尺寸	宽度 98.5 厚度 6.82	
纵向通水量(cm^2/s)	24	侧压力 $P=350 \text{ kPa}$ $i=1.0$
滤膜渗透系数(cm^2/s)	1.92×10	
隔土性(μm)	<70	最大孔径以 0 计
复合体	干态($\text{kN}/\text{整板}$) 1.41	拉伸变形 10%,湿态
抗拉强度	湿态($\text{kN}/\text{整板}$) 0.91	为泡水 24 h 后测试
滤膜抗拉强度	纵向干态(N/cm) 60.2 横向湿态(N/cm) 16.3	拉伸变形 15%,湿态, 为泡水 24 h 后测试

3.3 施工观测点的布设

每坝段在横剖面方向埋设三块沉降板(上、下游坡脚及坝中轴),沉降观测板用 $\varnothing 500 \text{ mm}$ 的圆形钢板和钢立管做成。沉降观测板要求在大坝施工前安装在坝基砂垫层上面,施工期间加荷过程中要求随时观测坝身沉降量。当加荷过程中沉降超过允许沉降值时,应立即停止加荷。当施工完毕,此观测点可以作为永久观测点。

3.4 石坝稳定可靠度分析

考虑石坝完工,低潮位、内侧吹填海砂,不考虑围堰内部有向外的渗流情况。这时 $F_{\text{m}}=1.24$, $\beta=1.0$, $P=32\%$ 。

3.5 可靠指标分析

本例验算得到的塑板加固地基稳定可靠指标 β 值要比表 1 中的数值小,而事实上,类似这样的围堰结构是稳定的。这说明在我国今后地基可靠指标的取用值,不能与上部建筑物可靠指标值统一标准来考虑。正如《港口工程技术规范》(87 版)规定的安全系数一样,在一般情况下,上部建筑结构的整体稳定安全系数需要达到 2.0~3.0,而下部地基的整体稳定安全系数只需要达到 1.1~1.3 即可,甚至可以根据当地工程实例的反算值,安全系数取至 0.8。故本工程采用 SPB-IC 型塑板加固的坝体稳定可靠指标达到 1.0,它的安全性已是足够可靠了。

4 结论与建议

1) 从塑料排水板加固地基应用安全度验算的现状分析来看,塑板加固地基的稳定分析评价引入可靠度理论与方法是正确和恰当的。

2) 本文给出了可变误差多面体算法求解的模型、求解地基结构可靠指标的基本方法比较适用。

3) 可靠度理论与方法以其特有的优点,已在国内外很多工程学科领域中得以应用,但在岩土工程,尤其在目前广泛应用塑板加固地基工程设计验算中应用甚少,还有许多问题需进一步探讨。

4) 以盐田港二期堆场 2[#] 泥塘工程为例, 分析了塑料排水板加固地基的稳定可靠指标, 对我国地基稳定可靠指标值的取用标准, 提出了建议, 可供参考。

参考文献:

- [1] GB 50158—92, 港口工程结构可靠度设计统一标准[S].
- [2] 吴世伟. 结构可靠度分析[M]. 北京: 人民交通出版社, 1990.
- [3] 林忠民. 工程结构可靠性设计与估计[M]. 北京: 人民交通出版社, 1990.
- [4] 行业标准. 港口工程技术规范(1987) [M]. 北京: 人民交通出版社, 1988.

Analysis on Stable Reliability of Soft Ground Reinforced by Plastic Drainage Board

LIU Xian—peng

(No. 4 Company of the Second Bureau of Harbor and Channel Engineering, Wuhu 241001, China)

Abstract: In this paper the stabilization of ground reinforced by plastic drain board is analyzed and calculated by reliability method. The reliable index is calculated by polyhedron error function, based on studying variability of the shearing strength of reinforced ground. The standard of ground stable index is proposed through some practical works.

Keywords: reliability; stabilization; plastic drain board; reinforced ground

(上接第 5 页)

The Essential Procedure of Numerical Simulation for Hydrodynamic in River and Coastal Engineering

ZHOU Hua—jun

(Department of River and Ocean Engineering, Chongqing Institute of Communications, Chongqing 400074, China)

Abstract: Hydrodynamic models have been widely applied to river and coastal engineering projects. Understanding the hydrodynamic process is a prerequisite to modeling the pollution and sediment transport process. Hydrodynamic models of varying degrees of complexity should be selected appropriately according to the object of study, physical properties of the flow domain and hydrodynamic features. The essential procedure of hydrodynamic simulation is described in this paper. The main problems such as selection of model dimension in physical space, choice of variables, boundary conditions, initialization, design of computational grid, model resolution, parameterization of smaller scale fluctuations and sub—grid scale processes, model calibration and verification are investigated.

Keywords: numerical model; river and coastal engineering; hydrodynamics