

确定地基沉降观测期限的一种新方法

梁 慷¹ 路金镶² 王星海³ 王万程⁴

(1. 河海大学工程技术总公司, 江苏 南京 210098; 2. 南阳市水利建筑勘测设计院, 河南 南阳 473057;
3. 南京市测绘勘察研究院有限公司, 江苏 南京 210005; 4. 南京市基础设施开发有限公司, 江苏 南京 210029)

摘要 提出了在用双曲线法估算地基最终沉降量时, 可以通过确定 $\frac{t-t_0}{S_t-S_0} \sim (t-t_0)$ 直线方程的相
关系数的大小来决定观测期限长短的方法。工程实例表明, 用该方法能满足工程项目的运用要求。

关键词 地基沉降; 双曲线法; 实测沉降; 观测期限; 预测沉降

中图分类号: TU470+.3 文献标识码: B 文章编号: 1006-7647(2007)S2-0123-03

1 问题的提出

对于以沉降为控制条件的工程, 如高速公路的路基工程、防洪堤工程等, 在施工过程中, 通过沉降观测对其施工节奏进行控制, 在工程后期, 对工后沉降和最终沉降量要进行估算, 以确定预留高度是否满足竣工后的运行需要。

在施工实践中普遍存在缺乏或根本没有土工试验数据的情况, 因此常常无法很好地利用固结理论推出的公式对最终沉降量进行计算, 而在工程的施工过程中一般都有沉降观测数据, 而且数据的观测期都相对较长, 因此如何应用现成实测资料既方便又准确地估算最终沉降量和确定观测期限是施工实践中面临的实际问题。

2 双曲线法估算总沉降量

应用实测沉降-时间曲线推算沉降量, 目前常用的方法有双曲线法。该方法从填土开始($t=0$)到任意时间的沉降量 S_t 表达式为^[1]

$$S_t = S_0 + \frac{t - t_0}{\alpha + \beta(t - t_0)} \quad (1)$$

$$S_\infty = S_0 + \frac{1}{\beta} \quad (2)$$

式中: S_0 为达最大恒载时($t=t_0$)的沉降量, mm; S_t 为 t 时刻的沉降量, mm; S_∞ 为 $t=\infty$ 时的沉降量, mm; α, β 为根据实测数据求得的系数。

3 工程实例及计算

3.1 工程概况

某防洪工程地处东南沿海, 堤基下淤泥层的特

点是埋深浅、厚度大(0.7~10.8 m)、高压缩性、低强度、高灵敏度, 而且天然含水量高。

根据设计, 土堤顶宽 9.5 m, 土堤外坡 1:2.75, 内坡 1:2.5, 设计堤高 4.6~6.3 m。土堤填筑料采用开挖新河槽的弃土, 经过压实后筑堤。土堤基础采取打设梅花型布桩的塑料排水板, 铺排水沙层和铺加筋土工布的方法进行软基处理。

该工程新建河堤自 2000 年 1 月开工, 沉降观测随即开始。经过 1 年多时间的施工, 河堤达到设计高程。沉降观测不间断继续进行, 到 2004 年 6 月底, 各断面的沉降曲线都显示已趋于稳定才结束观测。

3.2 实测成果^[2]

该工程实测沉降量最大的 4 个断面为: 右堤 7+120 断面(1716 mm)、左堤 6+670 断面(1620 mm)、右堤 5+900 断面(1427 mm)和右堤 6+400 断面(1417 mm), 它们的沉降板沉降量-时间-填土高度曲线见图 1(时间从 2000 年 6 月至 2004 年 6 月)。

各断面沉降量的大小是与其所处地层的地质情况紧密联系的。在沉降量大的断面, 淤泥层都较厚。上述 4 个沉降量超过 1400 mm 的断面, 淤泥层厚度都在 5 m 以上, 如沉降量最大的右堤 7+120 断面, 淤泥类土层厚度更是超过 11 m。

3.3 用实测资料估算最终沉降量

该防洪工程沉降观测全程总时间长达 4 a 多, 实测的沉降曲线都已基本达到收敛(平缓)阶段, 笔者运用工程实践中比较常用的双曲线法, 依据 4 个沉降量最大断面的实测数据, 对地基最终沉降进行推算。

作者简介: 梁慷(1968—), 男, 江苏南京人, 硕士研究生, 从事地基处理及软土地基监测等工程管理工作。E-mail: lk@hhu.edu.cn

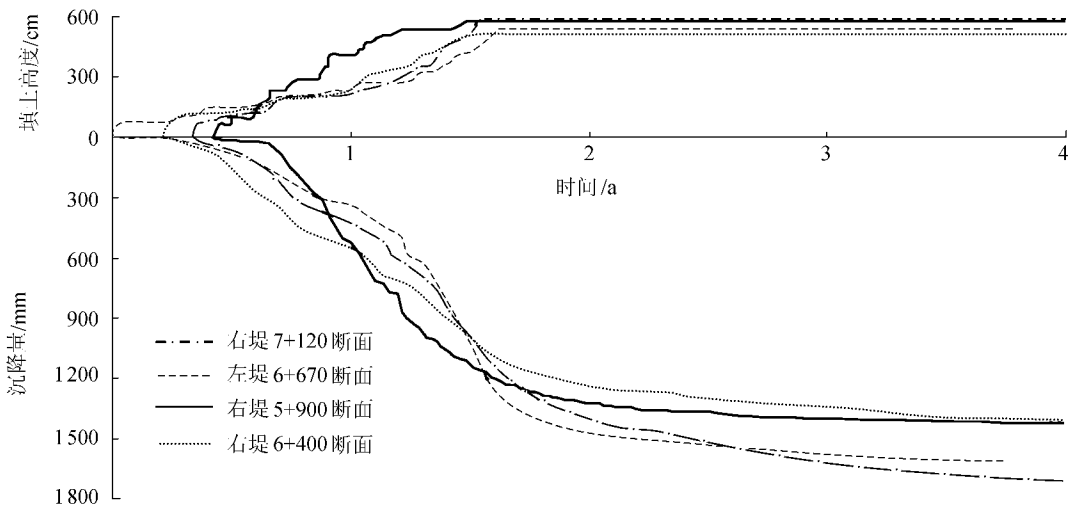


图1 沉降板沉降量-时间-填土高度曲线

由式(1)变换为 $\frac{t-t_0}{S_t-S_0} = \alpha + \beta(t-t_0)$, 得到 $\frac{t-t_0}{S_t-S_0} \sim (t-t_0)$ 的直线方程。由该直线与纵坐标的交点和斜率, 可以分别求出 α 和 β , 并可计算该直线的相关系数 R 。将 α 和 β 代入式(1)和式(2)就可以得到任意时刻 t 的沉降量 S_t 和最终沉降量 S_∞ 。

表1~4为4个沉降量最大的断面用不同的观测期限估算的最终沉降量。

最大恒载后继续观测时间/d	α	β	R_i^2	$S_{i\infty}/\text{mm}$	$\frac{S_{i\infty}}{S_{900\infty}}/\%$
90	0.2030	0.0018	0.9378	1604	85.3
180	0.2193	0.0015	0.9841	1715	91.2
270	0.2161	0.0015	0.9928	1715	91.2
360	0.2154	0.0015	0.9963	1715	91.2
450	0.2256	0.0014	0.9933	1762	93.7
540	0.2359	0.0014	0.9908	1762	93.7
630	0.2458	0.0013	0.9905	1817	96.6
720	0.2532	0.0013	0.9913	1817	96.6
810	0.2587	0.0012	0.9919	1881	100.0
901	0.2613	0.0012	0.9927	1881	100.0

注: $t_0 = 439\text{ d}$, $S_0 = 1048\text{ mm}$, 最大恒载后继续观测 901 d。

最大恒载后继续观测时间/d	α	β	R_i^2	$S_{i\infty}/\text{mm}$	$\frac{S_{i\infty}}{S_{810\infty}}/\%$
90	0.4252	0.0004	0.0152		
180	0.3614	0.0024	0.8383	1700	102.0
270	0.3475	0.0026	0.9358	1669	100.0
360	0.3309	0.0028	0.9775	1641	98.3
450	0.3293	0.0029	0.9865	1629	97.6
540	0.3461	0.0027	0.9876	1654	99.1
630	0.3560	0.0027	0.9882	1654	99.1
720	0.3624	0.0026	0.9895	1669	100.0
796	0.3696	0.0026	0.9916	1669	100.0

注: $t_0 = 589\text{ d}$, $S_0 = 1284\text{ mm}$, 最大恒载后继续观测 796 d。

表3 右堤5+900断面不同观测期限估算的最终沉降量

最大恒载后继续观测时间/d	α	β	R_i^2	$S_{i\infty}/\text{mm}$	$\frac{S_{i\infty}}{S_{900\infty}}/\%$
90	0.3277	0.0036	0.9028	1397	94.7
180	0.3586	0.0030	0.9511	1452	98.4
270	0.3667	0.0028	0.9833	1476	100.0
360	0.3592	0.0029	0.9913	1464	99.2
450	0.3639	0.0029	0.9930	1464	99.2
540	0.3657	0.0029	0.9942	1464	99.2
630	0.3678	0.0029	0.9954	1464	99.2
720	0.3688	0.0028	0.9964	1476	100.0
810	0.3685	0.0028	0.9978	1476	100.0
918	0.3691	0.0028	0.9984	1476	100.0

注: $t_0 = 389\text{ d}$, $S_0 = 1119\text{ mm}$, 最大恒载后连续观测 918 d。

表4 右堤6+400断面不同观测期限估算的最终沉降量

最大恒载后继续观测时间/d	α	β	R_i^2	$S_{i\infty}/\text{mm}$	$\frac{S_{i\infty}}{S_{900\infty}}/\%$
90	0.4816	0.0004	0.0437		
180	0.4170	0.0016	0.7343	1621	108.0
270	0.3854	0.0020	0.9127	1496	100.0
360	0.3672	0.0022	0.9596	1451	97.0
450	0.3678	0.0022	0.9725	1451	97.0
540	0.3695	0.0022	0.9770	1451	97.0
630	0.3759	0.0021	0.9859	1472	98.4
720	0.3878	0.0021	0.9872	1472	98.4
810	0.3932	0.0021	0.9878	1472	98.4
915	0.4020	0.0020	0.9898	1496	100.0

注: $t_0 = 464\text{ d}$, $S_0 = 996\text{ mm}$, 最大恒载后连续观测 915 d。

以右堤7+120断面为例, 图2给出了利用其全程观测期的观测数据所计算的直线方程, 由此得 $\alpha = 0.2613$, $\beta = 0.0012$ 及 $R^2 = 0.9927$ (见表1); 不同观测期限的 α , β 及 R^2 值解法与此相同。图中原点设为 t_0 ($t - t_0$) 为最大恒载后的连续观测天数。其他断面的计算与之相同。

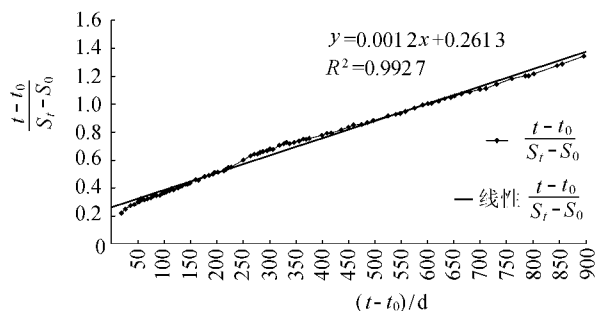


图2 右堤7+120断面 $\frac{t-t_0}{S_t-S_0} \sim (t-t_0)/d$ 相关曲线

4 结 论

从表1~4可以看出,随着观测期限的延长,相关系数 R^2 越来越大,所计算的最终沉降量也越来越接近。因此,可根据工程实际情况预先设定 R^2 值,在观测进程中定期跟踪计算 R^2 值,与选定的 R^2 数值进行比较,以决定是否停止观测,从而免除不必要的观测期,以节省工程投资。如本工程若选定 $R^2 > 0.95$,则各断面达最大恒载后的必要继续观测天

数分别为:右堤7+120断面180d(只占达最大恒载后观测总天数的20%),左堤6+670断面360d(占达最大恒载后观测总天数的44%),右堤5+900断面180d(占达最大恒载后观测总天数的20%)和右堤6+400断面360d(占达最大恒载后观测总天数的40%)。其推算的最终沉降量与用全程观测数据推算的最终沉降量相差不大(8%左右),因此至少可以减少1.5a的观测期,占达最大恒载后观测总天数的60%。这样,本工程预留沉降量,根据当 $R^2 > 0.95$ 时用双曲线法计算的最终沉降量,再加上10%~15%就足够安全了。

参考文献:

- [1] 祝龙根,刘利民,耿乃兴.地基基础测试新技术[M].北京:机械工业出版社,2003.
- [2] 梁慷,陈国华.木兰溪防洪一期工程施工监测[J].水利科技,2005(3):24-25.

(收稿日期 2006-10-12 编辑 熊水斌)

(上接第88页)

在计算中,主要对于切出的滑动块体形状、块体出露线坐标进行手工及CAD制图复核计算,表明程序输出的计算结果及相应图形正确。

根据运行提示输入相应参数,运行程序,进行拱坝坝肩块体重量计算、各面渗压计算、坝肩推力计算和拱坝坝肩块体上作用荷载计算。对以上各种荷载计算结果进行各个计算步骤的复核,程序计算结果正确无误,满足工程设计要求。

4.3.4 拱坝坝肩块体稳定计算安全系数计算

拱坝坝肩块体稳定安全系数计算调用STcc.exe程序,根据以上荷载计算的结果,得出各个滑动块体的安全系数。对计算得出的各个滑动块体的坝肩稳定安全系数,采用手工复核的方式及其他稳定计算程序,进行全面的对比分析核算,表明程序中的稳定安全系数计算成果正确。

5 结 语

对EASA2002坝肩稳定及边坡稳定分析系统进行了改进和完善后的EASA2006具有以下新特点:

a. 程序实现了在Windows环境下的对话框可视化操作,并添加了对每个计算步骤所需提供的数据库文件及生成与输出的数据库文件的提示和详细说明。

b. 解决了EASA2002程序中数据文件与可执行

文件必须在同一目录下才能被调用的问题。

c. 丰富了输出CAD图形的图层操作。

新的坝肩稳定分析程序提高了程序的计算效率、使用的简便性和适应性,完善了程序的界面,功能齐备、使用可靠、操作方便,可极大地提高设计效率和设计水平,并具有更为广阔的推广应用前景。

程序应用于锦屏水电站可研阶段双曲拱坝坝肩稳定计算,经人工复核、程序对比计算复核、关键计算步骤的作图复核及宏观判断,各个计算步骤的分析结果合理性分析等综合复核,表明程序的计算结果正确,程序提供的开挖计算结果满足工程设计要求。

参考文献:

- [1] 复杂地基拱坝坝肩稳定分析程序开发研究:EASA2002程序使用说明[R].成都:国家电力公司成都勘测设计研究院,四川大学水利水电学院,2003.
- [2] SL282—2003 混凝土拱坝设计规范[S].
- [3] 徐新华. Delphi 5 高级编程—IDE与面向对象编程[M].北京:人民邮电出版社,2000.
- [4] 何江达,林正伟,王启智.锦屏一级高拱坝结构特性及坝肩稳定分析[J].四川大学学报,2004,36(2):12-14.
- [5] 周维垣,陈欣.锦屏双曲拱坝整体稳定分析[J].华北水利水电学院学报,2001,22(3):31-33.

(收稿日期 2006-12-13 编辑 熊水斌)