

用覆盖层土的浮重与渗透力计算基坑下承压水降深

葛孝椿

(安徽省·水利部淮河水利委员会水利科学研究院, 安徽 蚌埠 233000)

摘要:通过对渗透力基本概念的分析,指出用覆盖层土的浮重与覆盖层内渗透力计算基坑下承压水降深比用覆盖层湿土重与层底水压力计算合理.通过两种方法比较说明,在基坑渗透稳定安全系数等于1,后一种方法中覆盖层用饱和土重计算时两者是一致的;但是,在基坑渗透稳定安全系数大于1时,通常前者计算的基坑下承压水降深小于后者;当基坑下承压水降深一定时,前者求得的基坑渗透稳定安全系数大于后者.用覆盖层土的浮重与覆盖层内渗透力计算基坑下承压水降深比较合理,宜于采用,但是相应的基坑渗透稳定安全系数可以适当提高.

关键词:基坑降水;承压水降深;渗透力;蚌埠闸

中图分类号: TU46⁺3

文献标识码: A

文章编号: 1006-7647(2004)04-0012-02

当建筑物基坑以下存在承压水,上覆弱透水层不足以保证基坑渗透稳定时,必须通过承压水降深的计算,求得确保施工时期基坑渗透稳定安全的承压水位.计算基坑下承压水降深(以下简称降深)的常用方法是将承压水层顶面以上到基坑底面之间的湿土重与承压水层顶面的水压力之比作为基坑渗透稳定安全系数(以下简称安全系数).但是,当安全系数不等于1时,上述计算方法与渗透力作用的概念并不相符,而用覆盖层土的浮重与覆盖层内渗透力计算降深比较合理.下面介绍两种降深(或安全系数)的计算方法,并对两种方法进行比较,最后通过蚌埠闸扩建工程降深的计算,进一步说明两者计算结果的差异.为了说明方便,将承压水层顶面以上到基坑底面之间的弱透水土层简称为覆盖层(见图1).

间的单位水平面积湿土重为 $(h_p - h_s)\rho_c g$, 其中 h_p 为基坑底面高程,即基坑开挖后覆盖层顶面高程; h_s 为砂层顶面高程,即覆盖层底面高程; ρ_c 为覆盖层湿土密度; g 为重力加速度.

覆盖层底面水压力等于承压水层顶面水压力,单位水平面积上水压力为 $(h - h_s)\rho_w g$, 其中 h 为基坑承压水降后水位; ρ_w 为水的密度.

安全系数 k 为承压水层顶面以上到基坑底面之间的单位水平面积上湿土重与承压水层顶面水压力之比,即

$$k = \frac{(h_p - h_s)\rho_c}{(h - h_s)\rho_w} \quad (1)$$

基坑降水前的承压水位与式(1)计算的安全系数满足要求的承压水降后水位 h 之差即为降深.式(1)适用于覆盖层为绝对不透水层或底部存在绝对不透水隔层的情况,但在实际工程中这种情况难以见到.

1.2 按覆盖层土的浮重与覆盖层内渗透力计算安全系数——方法2

由于覆盖层土体内存在孔隙,下面又有承压水,因此覆盖层土体内总会受到渗透力的作用.基坑开挖前,覆盖层在地基承压水的长期作用下,一般已处于稳定渗流状态,基坑开挖仅使渗透力进行调整;又由于水利工程基坑开挖面大,历时较长,因此可按稳定渗流考虑.覆盖层单位水平面积土体的浮重为 $(h_p - h_s)\rho_c' g$, 其中 ρ_c' 为覆盖层土体的浮密度.覆

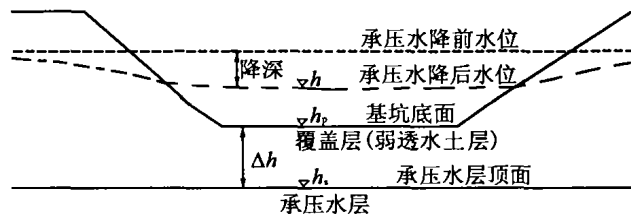


图1 基坑降水示意图

1 两种计算方法及其比较

1.1 按覆盖层湿土重与层底水压力计算安全系数——方法1

如图1所示,承压水层顶面以上到基坑底面之

盖层内平均竖向渗透比降 j 为

$$j = \frac{h - h_p}{h_p - h_s}$$

作用于覆盖层单位水平面积土体的渗透力(方向向上)为 $j(h_p - h_s)\rho_w g = (h - h_p)\rho_w g$.

安全系数 k 为覆盖层单位水平面积上土体浮重与渗透力之比,即

$$k = \frac{(h_p - h_s)\rho_c'}{(h - h_p)\rho_w} \quad (2)$$

1.3 两种计算方法比较

当安全系数 $k = 1$ 时,从式(1)可得:

$$h_p - h_s = (h - h_s) \frac{\rho_w}{\rho_c} \quad (3)$$

由于基坑顶面高程低于承压水水位,所以 ρ_c 可用饱和密度代替,故有 $\rho_c = \rho_c' + \rho_w$,代入式(3)并整理得

$$\frac{(h_p - h_s)\rho_c'}{(h - h_p)\rho_w} = 1 \quad (4)$$

可见,当 $k = 1$ 时,式(4)即式(2),说明在 $k = 1$ 时,以上两种方法是一致的.但是,在 $k \neq 1$ 时,上述公式推导不能成立,两者计算结果不相同.一般而言,若 $(h - h_s)/\rho_c > (h - h_p)/\rho_c'$,则用式(2)求得的安全系数 k 大于用式(1)求得的;反之,则用式(2)求得的小于用式(1)求得的.在覆盖层土的饱和密度约等于 2 倍浮密度,以及 $\rho_c' \approx \rho_w$ 的情况下,可由上述不等式推求得:当 $(h_p - h_s) > (h - h_p)$,即用式(2)求得的安全系数 k 大于 1 时,用式(2)求得的安全系数 k 大于用式(1)求得的;反之,则用式(2)求得的小于用式(1)求得的.下面用蚌埠闸扩建工程降深的计算来说明两种计算结果的差异.

2 两种计算方法计算实例比较

2.1 蚌埠闸扩建工程简介

蚌埠闸枢纽位于淮河干流,蚌埠市以西,涡河口以下.该枢纽由节制闸(简称老闸)、电站、船闸和分洪道等建筑物组成,其作用是蓄水灌溉,兼有航运、发电和供水等功能.根据淮河正阳关—蚌埠近期河道整治规划,需扩大蚌埠闸(老闸)的规模,减少设计过闸落差,因此对该闸进行扩建.

蚌埠闸扩建工程位于老闸北端与淮北大堤之间,主要建筑物为新闸.新闸同老闸轴线一致,共 12 孔,每孔净宽 10 m.闸底板高程为 9.0 m,消力池底部高程为 6.4 m(均为黄海高程,下同).闸址原地面高程为 15.0 ~ 17.5 m,地基砂层承压水水位为 16.5 ~ 18.0 m,砂层厚约 27 m;砂层以上为 17 m 厚的粉质黏土.基坑开挖到闸底板和消力池底部高程时,砂层承压水对覆盖层产生的向上渗透力远大于覆盖层浮

重,将会产生渗流破坏.为了保证新闸基坑施工安全,并且确保老闸不致因承压水位降低而产生有害沉降,必须降低砂层承压水水头,进行砂层承压水降深计算.

2.2 按方法 1 计算安全系数及降深

根据文献[1]得蚌埠闸扩建工程基坑降水设计中的 $h_s = -1.0$ m, $\rho_c = 1.92$ g/cm³, $\rho_w = 1.0$ g/cm³, $\Delta h = h_p - h_s$.由于安排非汛期施工最低部工程,所以承压水位(降前)设计值用 16.5 m,由建筑物各部位底部高程确定的 h_p 见表 1,根据各种基坑承压水降后水位 h ,对不同部位的 h_p 代入式(1)求得相应的安全系数 k ,见表 1.

表 1 按方法 1 计算与基坑承压水降后水位 h 相应的安全系数

项目名称	h_p /m	Δh /m	不同 h 时的安全系数 k				
			18.0 m	16.5 m	11.0 m	10.0 m	9.0 m
消力池	6.4	7.4		0.81	1.18	1.29	1.42
闸底板	6.9	7.9		0.87	1.26	1.38	1.51
铺盖	7.0	8.0		0.88	1.28	1.40	1.54
抛石槽	7.0	8.0		0.88	1.28	1.40	1.54
堤基清淤	7.5	8.5		0.93	1.36	1.48	1.63
下游引河	9.0	10.0	1.01	1.10	1.60	1.75	1.92
上游引河	9.5	10.5	1.06	1.15	1.68	1.83	2.02
堤基回填	10.0	11.0	1.11	1.21	1.76	1.92	2.17

施工组织设计采用 $k = 1.10$,从表 1 中可见,消力池是控制情况,所需要的承压水降后水位 $h = 11.0$ m,所以降深为 16.5 m - 11.0 m = 5.5 m.

2.3 按方法 2 计算安全系数及降深

覆盖层土的 $\rho_c' = 0.92$ g/cm³,其余数据同前,但是代入式(2)求安全系数 k ,计算结果见表 2.从表 2 可见,仍为消力池控制,所需要的承压水降后水位为 12.5 m,所以降深为 16.5 m - 12.5 m = 4.0 m.

表 2 按方法 2 计算与基坑承压水降后水位 h 相应的安全系数

项目名称	h_p /m	Δh /m	不同 h 时的安全系数 k							
			18.0 m	16.5 m	13.0 m	12.5 m	12.0 m	11.0 m	10.0 m	9.0 m
消力池	6.4	7.4	0.59	0.67	1.03	1.12	1.22	1.48	1.89	2.62
闸底板	6.9	7.9	0.65	0.76	1.19	1.30	1.43	1.77	2.34	3.46
铺盖	7.0	8.0	0.67	0.76	1.23	1.34	1.47	1.84	2.45	3.68
抛石槽	7.0	8.0	0.67	0.76	1.23	1.34	1.47	1.84	2.45	3.68
堤基清淤	7.5	8.5	0.74	0.87	1.42	1.56	1.74	2.23	3.13	5.21
下游引河	9.0	10.0	1.02	1.22	2.30	2.63	3.07	4.60	9.20	
上游引河	9.5	10.5	1.14	1.38	2.76	3.22	3.86	6.44	19.32	
堤基回填	10.0	11.0	1.27	1.56	3.37	4.05	5.06	10.12		

从两种方法计算结果可见,方法 2 计算的降深比方法 1 小 1.5 m;如果降深仍取方法 1 计算值 5.5 m,则从表 2 中可得用方法 2 计算的安全系数为 1.48,比方法 1 求得的大.

(下转第 32 页)

性能,但索引的创建是以浪费存储空间为代价的,若在一个经常修改的数据域上建立索引,则效果适得其反,最终将造成系统性能的下降和存储空间的浪费.通过分析,可得使用索引的几个原则:①为经常出现在检索条件中的数据域建立索引,如果数据域是经常一起出现在检索条件中,那么建立复合索引;②为了提高多表连接效率,对经常用于表连接操作中的数据列应建立索引,如果是多域连接则建立复合索引;③在利用外键连接的表中,外键上也应该建立索引.

c. 调整内存分配及相关的初始参数.正确分配内存资源可以改善高速缓存性能,减少 SQL 语句的分析,减少内存的分页和交换.主要调整库缓冲区、数据字典缓冲区和缓冲区高速缓存的内存分配.

d. 优化磁盘 I/O.磁盘的 I/O 速度对整个系统的性能有较大的影响,将文件分散存储在不同的可用磁盘上,这样事物处理所执行的磁盘访问不妨碍对相应的事务日志登记的磁盘访问,从而减少对数据文件和事务日志文件的竞争,有效改善服务器性能.

e. 优化回滚段.数据库数据表的事务(delete, insert, update)在回滚段产生登记项,它保持数据块在事务开始以前的状态,回滚段控制着数据库处理事务的能力,因而即使数据库其他部分设计得再好,但如果回滚段设计得不合理,仍将会严重影响系统的性能.为回滚段建立一个独立的表空间数据,可以包括在不

同驱动器上的多个文件,使回滚段与数据字典、用户数据、索引等分离开来,减少 I/O 的竞争.同时独立使用回滚段,可以减少用户数据表空间碎片的产生.

4 结 语

清江防洪与梯级调度仿真系统前期开发已经完成,应用程序设计采用 C++,界面设计采用 VC++,各计算子系统利用 Oracle 提供的 Pro * C 访问数据库, GIS 与三维仿真显示利用 ODBC 访问数据库.多次系统联合调试结果表明,数据库管理子系统能为多个子系统提供有效的数据服务,下一步的工作是继续完善功能,进一步提高系统的性能.

参考文献:

- [1] 萨师煊.数据库系统概论[M].北京:高等教育出版社,2000.204.
- [2] Rowssopoulos N. Modern client/server DBMS architectures [J]. Sigmod Record, 1991, 120(3): 7~8.
- [3] 邵佩英.分布式数据库系统及应用[M].北京:科学出版社,1998.12.
- [4] 郭生练,杨金星,郭井.水库调度综合自动化系统[M].武汉:武汉水利电力大学出版社,2000.78.
- [5] 敬铮.Oracle 8i 数据库开发与专业应用[M].北京:国防工业出版社,2002.47.

(收稿日期:2003-11-18 编辑:熊水斌)

(上接第 13 页)

3 用方法 2 计算的最小安全系数取值范围

鉴于方法 2 比方法 1 合理,一般 $(h_p - h_s) > (h - h_p)$ 时计算的安全系数比方法 1 大,因此,用方法 2 计算时可将安全系数适当提高.就像用圆弧滑动条分法分析边坡稳定一样,简化毕肖普法考虑了条块间作用力,比瑞典法合理,但是计算的稳定安全系数比瑞典法大,规范(SDJ218-84)^[2]规定了用瑞典法计算的最小安全系数,而用简化毕肖普法计算时,安全系数提高 5%~10%.由于简化毕肖普法比瑞典法合理,因而新规范(SL274-2001)^[3]则规定用简化毕肖普法计算安全系数,而用瑞典法计算时,安全系数减小 8%,说明新规范比老规范突出了较合理的简化毕肖普法.能否参照这种精神确定两种降深计算方法的最小安全系数值得探讨.目前 GB5007-2002《建筑地基基础设计规范》^[4]附录 W 规定,用方法 1 计算的最小安全系数为 1.1,所以用方法 2 计算的最小安全系数宜大于 1.1,但应小于新规范(SL274-2001)^[3]中 8.2.4 节规定的安全系数下限值 1.5,因为土石坝为永久性建筑物,而基坑降水是临时性施工措施.

4 结 论

a. 对承压水以上覆盖层为绝对不透水层,或者其底面存在绝对不透水隔层的情况,按方法 1 计算安全系数或降深是正确的.但是,覆盖层通常为黏性土层,土体内存在孔隙,相对于承压水层而言均为弱透水层,因此,实际工程中难以出现上述情况.

b. 覆盖层为弱透水土层时,按方法 2 计算降深比按方法 1 计算合理.

c. 当 $(h - h_s)/\rho_c > (h - h_p)/\rho_c'$ 时,按方法 2 计算的降深比按方法 1 计算的小;在降深一定时,按方法 2 计算的安全系数比按方法 1 计算的大.当安全系数等于 1 时,两者一致.

d. 按方法 2 计算降深,且 $(h - h_s)/\rho_c > (h - h_p)/\rho_c'$ 时,所采用的最小安全系数可适当加大;但控制部位宜小于 1.5.

参考文献:

- [1] 周国林.深井降水在蚌埠闸扩建工程施工中的应用[J].治淮,2002(12):33~34.
- [2] SDJ218-84,碾压式土石坝设计规范[S].
- [3] SL274-2001,碾压式土石坝设计规范[S].
- [4] GB5007-2002,建筑地基基础设计规范[S].

(收稿日期:2003-11-25 编辑:熊水斌)