

多层地下水的水头分布

周载阳

(建设综合勘察研究设计院, 北京 100007)

【摘要】 地下水水头在含水层中的分布已有许多研究成果,但在相对隔水层中的分布还缺乏深入研究。主要讨论多层地下水的水头分布,尤其是含水层之间的相对隔水层中的地下水水头分布,在理论上探讨如何确定地下水对建筑物的浮力。

【关键词】 多层地下水; 水头; 压力水头; 位置水头; 含水层; 相对隔水层

【中图分类号】 TU 46

Hydraulic Head Distribution of Multiple Groundwater

【Abstract】 There have been a lot of achievements on hydraulic head distribution in aquifer, but the research work on hydraulic head distribution in relative water resisting layer is not sufficient. Hydraulic head distribution of multiple groundwater, especially the distribution in relative water resisting layer is discussed in this paper. The result may be applied to determine the buoyancy on construction.

【Key words】 multiple groundwater; hydraulic head; pressure hydraulic head; position hydraulic head; aquifer; relative water resisting layer

0 引言

土中一点的地下水水头由压力水头、位置水头和流速水头组成,即可由下式表示:

$$H = Z + \frac{p}{\gamma_w} + \frac{v^2}{2g} \quad (1)$$

式中: H ——地下水水头;

Z ——地下水的位置水头,在以下的讨论中均取下层含水层底板为基准面;

$\frac{p}{\gamma_w}$ ——地下水的压力水头, p 为地下水静水压力强度, γ_w 为水的重度;

$\frac{v^2}{2g}$ ——地下水的速度水头, v 为地下水的流速, g 为重力加速度。

由于地下水的流速非常小,相比压力水头和位置水头而言,其流速水头可忽略不计。地

下水在渗流过程中,会产生沿渗流方向的水头损失,其损失的多少与土的渗透性能和渗流距离有关。

1 在同一含水层或无越层渗流条件下的水头分布

土中的地下水水头一般可用测压管或孔隙水压力计量测。在同一含水层或无越层渗流的多个含水层条件下,同一平面位置上,上下各点的水头相同,与深度无关。由图 1 可见,其压力水头呈正三角形分布,位置水头呈倒三角形分布,总水头呈矩形分布。在解决工程问题时,一般也按这个原理处理,特别是粗粒土。细粒土中的压力水头是否要折减及如何折减,目前有不同的看法,故《岩土工程勘察规范》规定:“对节理不发育的岩石和粘性土且有地方经验或实测数据时,可根据经验确定。”

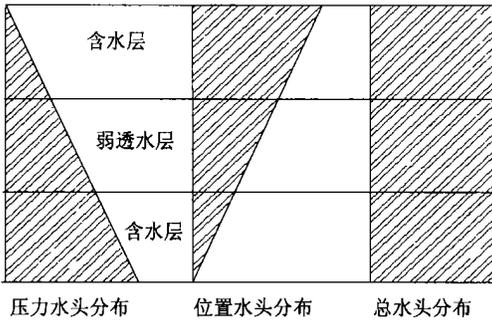


图1 无越流渗透条件下的水头分布示意图

2 有越层渗流的条件下的水头分布

两个含水层之间夹一弱透水层(相对隔水层)时,上下含水层由于水头差异,就会产生透过弱透水层的越层渗流。在含水层中,地下水的渗流方向主要是水平方向,即使在有越流的情况下,其垂直方向的越流流速及流量与水平方向的渗流相比也是非常小的;而在两个含水层之间的弱透水层中,地下水的渗流方向主要是垂直方向。因此在含水层中,同一平面位置上,上下各点的水头相同。而在弱透水层中,由于沿垂直方向的渗流水头损失,同一平面位置上,上下各点的水头不相同,其水头分布由其上下两个含水层的水头决定。一种情况是上层水头高,上层水补给下层水,地下水由上向下渗流过程中,水头逐渐降低,地下水受大气降水补给的平原地区一般如此(见图2)。

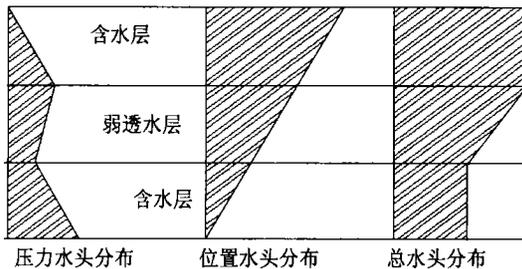


图2 有越流渗透条件下的水头分布示意图

当下层水为层间潜水时,在弱透水层底至下层潜水位之间为非饱和带,其孔隙水压力为负值,即压力水头为负值,其分布规律目前有不同的看法,笔者认为应为曲线分布较为合

理,但尚需进一步的研究(见图3)。

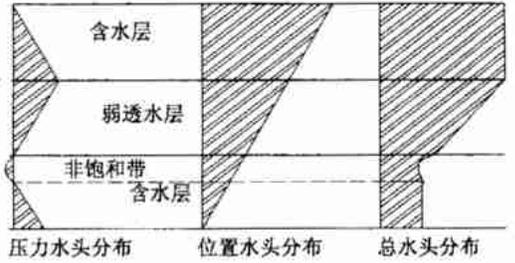


图3 下层为层间潜水条件下的水头分布示意图

当下层水位刚好位于弱透水层底与下部含水层顶交界面时,其水头分布见图4。

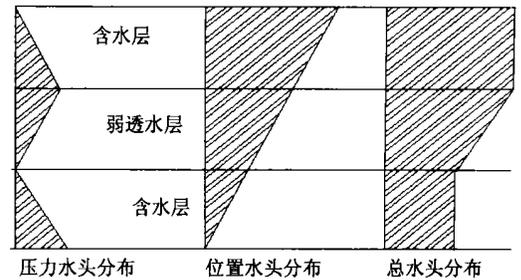


图4 有越流渗透条件下的水头分布示意图

另一种情况是下层水头高,下层水补给上层水,此时弱透水层中水头分布与上述情况相反(见图5)。这种情况在自流盆地中常见。

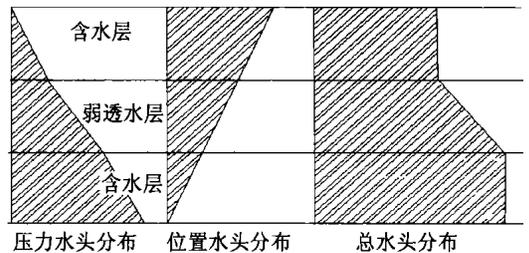


图5 下层水头高于上层水头条件下的水头分布示意图

3 含水层之间有不透水隔水层条件下的水头分布

含水层之间隔水层完全不透水时,不存在越层渗透,隔水层中不存在水压力,上下两含水层完全独立,没有水力联系,其水头分布见图6。

工程性质与淤泥质软土的工程性质基本一样。

(2) 该地区浅部2 m以上的静力触探 E_s 值比土工试验的值小, 深部2 m以下的静力触探值却比土工试验的大。

(3) 静力触探所得的容许承载力是最安全、最接近实际的。该区第一层软土的容许承载力为60 kPa, 由强度分析可知软土层的强度不能满足设计要求。

(4) 该路段的软土的沉降量大于公路路基的沉降量要求(公路路基的沉降量要求不大于30 cm), 必须进行地基处理。

参 考 文 献

1 金问鲁等. 地基基础实用设计施工手册. 北京: 中

国建筑工业出版社, 1995. 53 ~ 61

2 《工程地质手册》编写委员会. 工程地质手册(第三版). 北京: 中国建筑工业出版社, 1992. 422 ~ 427

3 JTJ 024—85 公路桥涵地基与基础设计规范

4 高速公路丛书编委. 高速公路路基设计与施工. 北京: 人民交通出版社, 1997. 92 ~ 119

5 刘宝兴等. 路基工程新技术实用全书(第四卷). 北京: 海潮出版社, 2000. 2618 ~ 2631

6 JTJ 017—96 公路软土地基路堤设计与施工技术规范

7 方左英. 路基工程. 北京: 人民交通出版社, 1996. 82 ~ 88

收稿日期: 2002-11-01

(上接第68页)

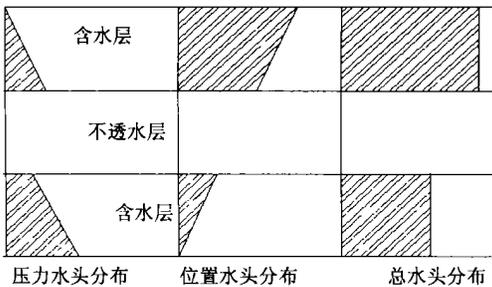


图6 两含水层之间为不透水层条件下的水头分布示意图

外水绕过隔水帷幕向坑内渗流, 帷幕外的水向下流, 增加重力, 帷幕内的水向上流, 减少重力。超过临界梯度时发生渗透破坏。

4) 地下水的渗流方向取决于地下水总水头, 地下水对地下工程的浮力取决于地下水的压力水头, 而与位置水头无关。地下工程抗浮设计时, 除应注意水头分布规律并作必要实测外, 还应参照历史资料和宏观背景预估工程使用期间的最高水头。

4 结 论

1) 严格地说, 在越层渗流条件下, 含水层中的上下水头不相同, 但差别不大, 可以忽略, 即总水头呈矩形分布。在两相邻含水层之间的相对隔水层中, 水头分布由其上下两个含水层的水头决定, 总水头一般呈梯形(正梯形或倒梯形)分布。

2) 在越层渗流条件下, 渗透力将改变土的重力, 向下渗透增加重力, 向上渗透减少重力。

3) 地下水绕过隔水构筑物渗流时, 同一平面位置上水头是随深度变化的。例如基坑坑

参 考 文 献

1 黄志仑. 关于地下建筑物的地下水扬力问题分析. 岩土工程技术, 2002(5): 273 ~ 283

2 周善生. 水力学. 北京: 高等教育出版社, 1980. 82 ~ 96

3 薛禹群. 地下水动力学原理. 北京: 地质出版社, 1986. 3 ~ 20

4 张在明. 地下水与建筑基础工程. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001. 93 ~ 112

收稿日期: 2003-01-14