

桩基与土共同受力的设计理论在龙山闸的应用

施景裕, 王 飞

(宁波市水利水电规划设计研究院, 浙江 宁波 315000)

摘要:在多年试验研究和观察成果的基础上,对摩擦型桩基提出了考虑承台土反力分担荷载的设计计算方法,用此方法对浙江省慈溪市龙山闸的桩基进行设计。结果表明:地基土可以承担上部荷载的16.7%,可节省桩材约35%,取得良好的经济效益。同时由于地基土承担了一部分上部荷载,使土与底板接触更加密实,防止土体脱空引起渗透。

关键词:桩基;共同受力;荷载;水闸

中图分类号:TU753.3

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2001)03-0054-02

在水闸桩基设计中,过去一直把上部荷载全部作用于桩基来设计,不仅增加了桩的工程量,而且易造成水闸桩基与底板脱空时引起的渗透。而实际情况是桩与地基土共同承担上部荷载(大部分作用于桩基,而小部分作用于地基),地基土承担的比例随桩距、桩长、承台宽度、桩的排列而变化,约为全体上部荷载的10%~20%,可通过计算求得。

1 桩基竖向承载力设计值

对于桩数大于3根的摩擦桩基,应考虑桩群、土、承台的相互作用效应。由于桩的受力主要分侧阻和端阻两个部分,故侧阻力极限值化为设计值时,必须乘以侧阻群桩效应系数 η_s ,同时除以抗力分项系数 γ_s (相当于过去的安全系数 k);端阻力极限值化为设计值时,亦需乘以 η_p/γ_p ;对于承台底土必须按地基土的物理力学特性,计算地基的 q_{ck} ,则地基土总受力为 $q_{ck}A_c$,化作单桩受力为 $q_{ck}A_c/n$,最后可求得平均每根桩的竖向承载力设计值为

$$R = \eta_s Q_{sk}/\gamma_s + \eta_p Q_{pk}/\gamma_p + \eta_c Q_{ck}/\gamma_c \quad (1)$$

$$Q_{ck} = q_{ck}A_c/n \quad (2)$$

式中: η_s , η_p , η_c 分别为桩侧阻、桩端阻、承台底土阻力的群桩效应系数,可从文献[1]中查得; Q_{sk} , Q_{pk} 分别为单桩极限侧阻力和极限端阻力标准值,此两值如无实测资料,可从文献[1]中查得; A_c 为承台底地基土净面积(即扣去群桩后的面积); n 为桩数; q_{ck} 为承台底深度为1/2宽度范围(≤ 5 m)内地基土极限阻力标准值,关于 q_{ck} 的计算见文献[2]。

根据静载试验确定单桩竖向极限承载力标准值

时,其复合桩基的竖向承载力设计值为

$$R = \eta_{sp} Q_{sk}/\gamma_{sp} + \eta_c Q_{ck}/\gamma_c \quad (3)$$

式中: η_{sp} 为桩侧阻、端阻综合群桩效应系数; Q_{sk} 为单桩竖向极限承载力; γ_{sp} 为综合分项系数。

当承台底面以下存在可液化土、湿陷性黄土、高灵敏度软土、欠固结土、新填土或土体隆起时,可不考虑承台效应,即取 $\eta_c = 0$, η_c 值的计算如下:

$$\eta_c = \eta_c^i (A_c^i/A_c) + \eta_c^e (A_c^e/A_c) \quad (4)$$

式中: A_c^i , A_c^e 分别为承台内区、外区的净面积(见图1), $A_c = A_c^i + A_c^e$; η_c^i , η_c^e 分别为承台内、外区土阻力群桩效应系数,取值见文献[1],当承台下存在高压缩性软土时, η_c^i 按 $B_c/L \leq 0.2$ 取值(L 为桩的入土长度)。

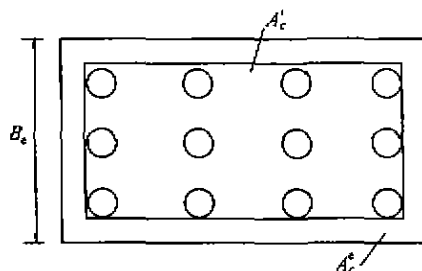


图1 承台内区和外区面积示意图

2 桩的布置及桩长、根数的确定

在软土地基中打桩,要求把桩打入持力层中,一般可进入持力层中1.0 m,因此可根据地质资料中土的分层来确定桩的最小长度,根据这一长度就可大致确定桩的极限承载力,并确定查表所需的其他数

据,如承台宽 B_0 、土分类等.对于桩距 S_0 需事先假定,一般 S_0/d (桩径) 必须大于 3,故可先假定 $S_0/d=3$. 根据已有的各种数据,可求出单桩承载力. 则当承台为轴心受压时,桩数可由下式确定:

$$n = (F + G)/R \quad (5)$$

式中: F 为承台顶面的竖向力设计值; G 为承台自重设计值. 当承台为偏心受压时,则 $n = 1.2(F + G)/R$. 桩数确定后,即可在闸墩下布桩. 桩与桩的中心距 $S_0 \geq 3d$, 如 $S_0 < 3d$, 则表明桩过密,必须增加桩长,提高 R 值,才能使 $S_0 > 3d$,这需要多次验算,才能达到. 如 S_0/d 与假设的不合,则需改变以往假定,重复以上计算,直至根据计算 n 值求得的 S_0/d ,与假定值相符合,一般需试算两次,才能满足要求.

3 桩基验算

桩基竖向承载力验算可按文献[3]中的公式进行验算. 桩基水平承载力验算和桩基沉降验算可按一般常规方法进行.

4 工程实例

以浙江省慈溪龙山闸为例,用上述方法计算其受力情况及桩土分担比例.

桩基底板下第一层土为淤泥质粘土,厚 1.3 m, 极限侧阻 $T_{P1} = 10 \text{ kPa}$, 底板下第二层为粉质粘土, $T_{P2} = 32 \text{ kPa}$, 设计桩径 $d = 0.8 \text{ m}$. 周长 $u = 2.51 \text{ m}$. 断面面积 0.5026 m^2 , 极限端阻 $\delta_R = 900 \text{ kPa}$, 土的弹性模量 $E_s = 10 \text{ MPa}$, 上部荷载 = 19 429 kN, 桩数 $n = 25$ 根. 底板尺寸及桩基布置见图 2. 计算结果如下:

a. 当假定桩长为 10 m, 桩所承受的力为 16 182.4 kN, 土所承受的力为 3 246.6 kN, 土分担的比例为 16.71%.

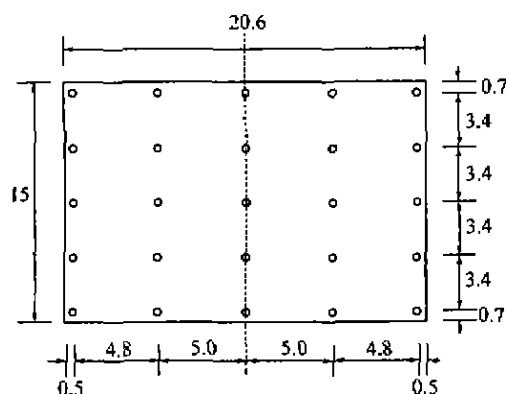


图 2 桩基布置(单位:m)

b. 边桩最大受力为 720.0 kN, 小于允许承载力 (902.28 kN), 属安全.

c. 地基土的最大压应力为 12.58 kPa, 小于地基土的允许承载力 (25 kPa), 属安全.

d. 与以往全部荷载由桩基承担进行比较: 若全部由桩承担, 则桩长为 15.49 m, 桩数 25 根; 现在由桩和地基共同承担, 桩长为 10 m, 桩数为 25 根; 故目前桩材仅为过去的 64.55%, 即可节省桩材 35.45%.

5 结 语

采用文献[1]中的计算方法计算慈溪龙山闸的桩基和地基土的受力, 可以得出地基土承受总荷载的比例为 16.7%, 这与目前大量桩基试验资料——地基土承受总荷载的比例约在 10% ~ 20% 之间的规律相符合, 因而此法不仅在技术上较先进、合理, 且在经济上能节约大量桩材, 节省桩材 30% ~ 40%. 此外, 由于考虑了地基反力, 使土与底板能紧密结合, 因而能有效防止底板脱空引起的渗漏.

本文曾得到石湘森教授级高级工程师的帮助, 特此致谢.

参考文献:

- [1] 史佩栋. 实用桩基工程手册[Z]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999.
- [2] 张世儒. 水闸[M]. 北京: 水利出版社, 1980.
- [3] JGJ94-94, 建筑桩基技术规范[S].

(收稿日期: 1999-11-09 编辑: 张志琴)

(上接第 45 页)

国水法》履行好水行政部门的职责.

此外, 应主动加强与地方航道管理部门的协调, 在确保北江大堤安全的前提下, 科学合理地实施航道整治工程措施.

3.2 加大科学试验研究力度

北江大堤的加固整治工作, 经过 1949 年后几十年的探索积累, 已总结出一套比较适合北江大堤的防治措施, 取得了成效. 但对险工险段的治理工作仍相对滞后. 应加快险工险段防治的科学研究工作, 针对地质、水文等具体条件, 进行河工模型、数学模型等模拟工程试验, 寻找最佳治理方案.

3.3 提高工程自动监测水平

尽快引进或培养高层次的专业人员, 配备先进的观测设施, 经过积极探索和实践, 尽快建立起适用于北江大堤的现代化防汛信息系统及安全监测自动化系统, 充分发挥安全监测的前期预警性. 但要使这个预警起作用, 仍需加大力度、加快对堤围险工险段的科学整治, 并从预防治理这个角度制订积极的应对措施.

(收稿日期: 2001-01-20 编辑: 熊文斌)