

论由桩身材料强度所决定的 单桩竖向抗压极限承载力

段新胜 顾 湘 (武汉地质管理干部学院岩土与建筑工程系 武汉 430030)

提 要 通过试桩工程发现的问题,提出了正确运用《建筑桩基技术规范》JGJ94-94和桩身材料力学性质指标确定由桩身材料强度所决定的单桩竖向抗压极限承载力的计算方法,澄清了在确定单桩竖向抗压极限承载力这个问题上普遍存在的两种模糊认识。

关键词 桩身材料强度 规范 竖向抗压极限承载力

第一作者简介 段新胜,男,1962年生,副教授。1985年毕业于武汉地质学院北京研究生部,获工学硕士学位。现从事岩土工程教学、科研工作,任武汉地质管理干部学院岩土与建筑工程系主任。

1 工程概况及问题的提出

徐州客运站综合楼主楼地面以上 28 层,地下室 1 层,根据工程地质勘察报告,地基岩土共分 5 层:①层为填土,松散,厚 2 m;②层为粉质粘土,厚 4.2 m,极限侧阻力标准值为 50 kPa;③层为粉土,稍密~中密,厚 10.9 m,极限侧阻力标准值为 60 kPa;④层为粘土,可塑~硬塑,厚 2.9 m,极限侧阻力标准值为 80 kPa;⑤层为石灰岩,单轴抗压强度 41~90 MPa。

用以确定单桩竖向抗压极限承载力标准值的试桩有两根,分别为试 1 和试 2,用泥浆护壁正循环成孔,桩身砼强度等级 C50,配筋为 12 ϕ 18 全桩长配制,桩径 800 mm,入岩 0.8 m。试 1 桩长 20.47 m,充盈系数 1.07,在桩顶荷载加到 12600 kN 时,桩顶下 1.5~2.2 m 处桩身压裂;试 2 桩长 20.36 m,充盈系数 1.11,在桩顶荷载加到 14400 kN 时,桩顶下 6.3~7.4 m 处桩身压裂。

对这个试桩工程有以下两种普遍性的模糊认识:一是由《建筑桩基技术规范》JGJ94-94,在确定了由桩身材料强度所决定的单桩竖向抗压承载力设计值 $R = h(f_c A + f_y' A_s) = 1 \times (0.8 \times 23.5 \times \pi \div 4 \times 800^2 +$

$210 \times 12 \times \pi \div 4 \times 18^2) = 10091 \text{ kN}$ 之后,错误地将 R 乘以钻孔灌注桩的桩侧阻端阻综合阻力分项系数 γ_p (取 1.62) 得出由桩身材料强度所决定的单桩竖向抗压极限承载力标准值 Q_{uk} 应达到 16347 kN,从而认为试桩桩身砼质量不合格;二是认为由于有竖向抗压钢筋的作用,由桩身材料强度所确定的 Q_{uk} 不应低于桩身砼立方体抗压强度标准值 $J_c f_{cuk}$ 乘以桩身横截面面积 A ,即认为 $Q_{uk} \geq J_c f_{cuk} A = 0.8 \times 50 \times \pi \div 4 \times 800^2 = 20106 \text{ kN}$,据此也认为试桩桩身砼质量不合格。

但静载荷试验前的动测结果表明这两根桩均为完整性桩;静载荷试验后进行了抽心检测,试 1 随机在 0.7~1.0 6.5~8.0 16.2~18.6 m 处取三组试件,换算为标准立方体抗压强度分别为 50.8 57.5 56.0 MPa;试 2 随机在 2.1~3.0 5.4~6.3 17.3~18.9 m 处取三组试件立方体抗压强度分别为 59.1 41.9 74.1 MPa,均大于设计的 $J_c f_{cuk} = 0.8 \times 50 = 40 \text{ MPa}$;试 1 试 2 预留砼试件强度分别达到了 52.4 51.1 MPa,也达到了有关规范的要求。由此可见,正确认识和确定 Q_{uk} 在实际工作中具有重要的现实意义。

2 正确理解和运用 JGJ94-94 确定由桩身材料强度所决定的 Q_{tk}

Q_{tk} 可由试桩静荷试验确定。试桩破坏的原因有三种:一是桩侧阻力和桩端阻力都达到极限值,桩不能进一步承载;二是虽然桩侧阻力和桩端阻力没有都达到极限值,但桩顶发生了上部结构所能允许的最大沉降,桩不宜进一步承载;三是桩身砼压裂,桩失去承载能力。当试桩是由前两种原因破坏时,可测得由地基土强度所确定的 Q_{tk} ;当试桩由第三种原因破坏时,可测得由桩身材料强度所确定的 Q_{tk} 。此时,由地基土强度所确定的 $Q_{tk} \geq$ 由桩身材料强度所确定的相应值,确定单桩竖向抗压承载力设计值 R 时,按最不利情况考虑,仍取由地基土强度所确定的 Q_{tk} 等于试桩压裂时所测得 Q_{tk} 。故不管试桩以何种原因破坏, JGJ94-94 均按下式确定 R

$$R = Q_{tk} N_{sp} \quad (1)$$

式中: Q_{tk} ——静载荷试验确定的单桩竖向极限承载力标准值; N_{sp} ——桩侧阻、端阻综合阻力分项系数(泥浆护壁成孔灌注桩 $N_{sp} = 1.62$)。

由上述分析可知, (1)式中的 Q_{tk} 实际上是地基土强度所决定的单桩竖向极限承载力标准值, R 为地基土强度所确定的单桩承载力设计值。

按 JGJ94-94, 可由 (2) 式验算由桩身材料强度所确定的 R

$$R = h(J_c f_c A + f_y' A_s) \quad (2)$$

式中: h ——桩的稳定系数; J_c ——基桩施工工艺系数; f_c ——桩身砼轴心抗压强度设计值; A ——桩身横截面面积; f_y' ——竖向钢筋抗压强度设计值; A_s ——竖向抗压钢筋横截面面积之和。

在砼结构的概率极限状态设计法中, 砼材料的抗力分项系数 $\gamma_c = 1.35$, II 级钢筋的抗力分项系数 $\gamma_s = 1.15$, 均不等于 N_{sp} , 故不能将 (2) 式计算出的 R 乘以 N_{sp} 来确定由桩

身材料强度所决定的 Q_{tk} , 而应将 (2) 式中的第一项和第二项分别乘以 γ_c 和 γ_s 来计算由桩身材料强度所决定的 Q_{tk} , 即

$$Q_{tk} = h(\gamma_c J_c f_c A + \gamma_s f_y' A_s) \quad (3)$$

按 JGJ94-94, 徐州客运站综合楼主楼两根试桩的实测极限承载力平均值 $Q_{um} = 13500$ kN, 实测值与平均值之比分别为 $a_1 = Q_{u1}/Q_{um} = 0.935$, $a_2 = Q_{u2}/Q_{um} = 1.067$, 由 $a_2 - a_1 = 0.134$, 查 JGJ94-94 中的表 C-5 可得 $\lambda = 1$, 故实测 $Q_{tk} = \lambda Q_{um} = 13500$ kN。

按 (3) 式, 徐州客运站综合楼试桩由桩身材料强度所决定的 Q_{tk} 应为 13495 kN, 与实测值相近, 与动测、抽心验桩及预留砼试件强度所得出的结论也相符。故可按 (3) 式计算由桩身材料强度所确定的 Q_{tk} 。

3 正确理解和应用材料的力学性质指标确定由桩身材料强度所决定的 Q_{tk}

依据《普通砼力学性能试验方法》(GBJ81-85), 砼抗压强度有两种: 立方体(试件尺寸为 $150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$) 抗压强度和轴心(棱柱体, 试件尺寸为 $150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm} \times 450 \text{ mm}$) 抗压强度, 砼立方体抗压强度标准值是保证率为 95% 的砼立方体抗压强度, 轴心抗压强度标准值是保证率为 95% 的砼棱柱体抗压强度。砼立方体抗压强度标准值 $f_{cu,k}$ 与砼轴心抗压强度标准值 f_{ck} 之间的关系为: $f_{ck} = 0.67 f_{cu,k}$, 确定砼强度等级时采用 $f_{cu,k}$, 在计算砼轴心受压构件所能承受的抗压承载力极限值时应采用 f_{ck} 。因此, 不能用砼强度等级值去乘桩身横截面面积来估算由桩身材料强度所决定的 Q_{tk} 。事实上, 若将 (2) 式中的 f_c 换为 f_{ck} , f_y' 换为竖向抗压钢筋的抗压强度标准值 f_{yk}' , 则可得到由桩身材料强度所决定的 Q_{tk} , 即

$$Q_{tk} = h(J_c f_{ck} A + f_{yk}' A_s) \quad (4)$$

(4) 式和 (3) 式是等价的, 因为根据材料的抗力分项系数定义有 $\gamma_c = f_{ck}/f_c$, $\gamma_s =$

$$f_{yk}'/f_{yk}'$$

4 几点认识

(1)进行单桩竖向抗压静载荷试验时,无论是桩侧阻、端阻均先达到极限值还是桩顶沉降先达到允许值,也无论是否桩身材料先压裂,均应将实测单桩竖向抗压极限承载力标准值除以桩侧阻、端阻综合阻抗力分项系数来求单桩竖向抗压承载力设计值 R

(2)不能将(2)式所计算的由桩身材料强度所决定的单桩竖向抗压承载力设计值 R 乘以桩侧阻、端阻综合阻抗力分项系数来计算由桩身材料强度所确定的单桩竖向抗

压极限承载力标准值 Q_{uk} ,也不能用砼立方体抗压强度标准值乘以桩身横截面面积来计算由桩身材料强度所确定的 Q_{uk}

(3)由桩身材料强度所决定的单桩竖向抗压极限承载力标准值可按本文的(3)式或(4)式计算

5 参考文献

- [1] 建筑桩基技术规范 (JGJ94-94).
- [2] 高琼英.建筑材料.武汉工业大学出版社,1992
- [3] 混凝土结构设计规范 (GBJ10-89).
- [4] 沈蒲生等.混凝土结构疑难释义.武汉工业大学出版社,1992.

Stand-alone Pile Vertical Compressive Bearing Capacity Limit Determined by the Pile Material

Duan Xinsheng Gu Xiang

(Wuhan Institute of Geological Administrative Cadres Wuhan 430030)

Abstract Considering problems resulting from pile testing, this paper presents how "Specifications of Building Pile Foundations" JGJ94-94 and pile material mechanics index are used to obtain the calculation method for the stand-alone pile vertical compressive bearing capacity limit determined by the pile material. Two common ambiguous ideas on the stand-alone pile vertical compressive strength limit are clarified.

Key words pile material strength, specifications, vertical compressive bearing capacity limit