

文章编号: 1005-0523(2002)04-0044-04

人工挖孔灌注桩桩长及持力层的确定

龚文辉, 李权夫

(江西省人防工程设计科研院, 南昌 330002)

摘要:结合工程实际,以事实和数据为根据,并从理论上进行分析,说明了在进行人工挖孔灌注桩设计时,确定合适的持力层是很重要的.结合工程实际情况,采用短桩,把持力层设在较浅的位置,可以降低工程造价,方便施工,缩短工期,更好地保证工程质量.

关 键 词:人工挖孔灌注桩;短桩;持力层

中图分类号:TU47

文献标识码:2

1 工程概况

某工程是二栋七层的综合楼.平面布局呈“U”形,两栋相连部分为一层裙楼.裙楼与主楼之间设沉降缝断开.工程总建筑面积约 7 000 m²,建筑物总高 22.8 m,底层是框架结构,层高 4 200 mm,二层~七层是砖混结构,层高 3 100 mm.屋面为现浇混凝土结构.基础采用人工挖孔灌注桩,桩身砼标号均为 C20,钢筋 I、II 级.

2 地质概况

1) 工程位于某市郊,为近陵剥蚀地貌,在西边

为河谷阶地.从自然地坪以下依次是:

①杂填土,具中等密实度,平均厚 2.63 m;

②淤泥质土,灰黑色,软塑,粘平,含水量大,具高压缩性,平均厚 0.85 m;

③网纹粘土,红色夹灰白色,网纹构造,硬塑,具低压缩性,粘性大,干后坚硬,平均厚 2.14 m;

④粘土夹角砾,褐红色,棱角状,成分主要为粉砂岩被粘性土所胶结,结构较紧密,干后较为坚硬,平均厚 6.03 m;

⑤强风化岩,褐红色,呈碎块状,性脆.

2) 各岩(土)层物理力学指标见表 1

表 1 各岩(土)层物理力学指标

	端阻力 q_{pk} (kPa)	摩阻力 q_{ps} (kPa)	凝聚力 C (kPa)	内摩擦 角 Φ (度)	塑限 ω_p (%)	液限 ω_L (%)	含水量 ω (%)	容重 γ (kN/m)	压缩模量 E_s (kPa)
杂填土	300	18	\	\	\	\	\	\	\
淤泥质土	200	18	13	11	24	39	49	17.5	4
网纹粘土	1 500	62	33	13	25.3	43.5	32	19	9
粘土夹角砾	1 600	70	26	10	27	45	30	20	8
强风化岩	3 000	\	\	\	\	\	\	\	\

注:“\”表示《岩土工程勘察报告》未提供的数据.

收稿日期:2002-06-20

作者简介:龚文辉(1972-),男,江西南昌市人,工程师.

3) 《岩土工程勘察报告》关于工程地质评价与桩持力层方案的选择

① 上部杂填土和淤泥质土结构松软,承载力低,不能做基础持力层;

② 网纹粘土层和粘土夹角砾层分布稳定,厚度较大,力学强度中等,承载力基本值 250 kPa 左右,可以做桩基础的持力层;

③ 强风化岩强度较高,天然状态抗压强度 1.5 MPa,承载力基本值为 300 kPa. 但埋深较大,可以做桩基础的持力层.

3 分析比较

根据规范 JGJ 94—94 公式(5.2.2—4)、(5.2.9) 及表 5.2.2 和表 5.2.9—2 计算单桩承载力设计值.

$$R = \eta_{sp} Q_{uk} / \gamma_{sp} + \eta_c Q_{ck} / \gamma_c \quad (5.2.2-4)$$

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = u \sum \psi_{si} q_{sik} l_{si} + \psi_p q_{pk} A_p \quad (5.2.9)$$

Q_{uk} —— 单桩竖向极限承载力标准值;

Q_{ck} —— 相应于任一复合基桩的承台底地基土总极限阻力标准值(本工程未考虑,取 $Q_{ck}=0$);

Q_{sk} 、 Q_{pk} —— 分别为单桩总极限侧阻力和总极限端阻力标准值;

u —— 桩周长;

η_{sp} 、 η_c —— 分别为桩侧阻端阻综合群桩效应系数、承台底土阻力群桩效应系数(本工程为一柱一桩,不考虑群桩效应,但是结构安全等级按一级考虑, $\eta_{sp}=1$, $\eta_c=1$);

γ_{sp} 、 γ_c —— 分别为桩侧阻、端阻综合综合抗力分项系数、承台底土阻力抗力分项系数(本工程取 $\gamma_{sp}=\gamma_c=1.65$);

ψ_{si} —— 大直径灌注桩侧阻力尺寸效应系数;

ψ_p —— 大直径灌注桩端阻力尺寸效应系数;

q_{sik} —— 桩侧第 i 层土的极限侧阻力标准值;

q_{pk} —— 桩径为 800 mm 的极限端阻力标准值;

A_p —— 桩扩大头的面积;

l_{si} —— 第 i 层土厚度.

1) 先假设把持力层置于强风花粉砂岩,计算桩长为 13.05 m.

$$\sum q_{sik} l_{si} = 2.63 \times 18 + 0.85 \times 18 + 2.14 \times 62 + 6.03 \times 70 = 617.42 \text{ (kN/m)}$$

① $N < 1\,500 \text{ kN}$

设 ZH1 桩径为 800 mm, 桩扩孔直径为 800 mm.

$$N = (\pi \times 617.42 \times 0.8 + 1.00 \times 3\,000 \times \pi \times 0.4^2) \div 1.65 = 1\,854.37 \text{ kN} > 1\,500 \times 1.1 = 1\,650 \text{ kN}$$

② $1\,500 < N \leq 2\,000 \text{ kN}$

设 ZH2 桩径为 800 mm, 桩的扩大头直径为 1 000 mm.

$$N = (\pi \times 617.42 \times 0.8 + 0.93 \times 3\,000 \times \pi \times 0.5^2) \div 1.65 = 2\,268.50 \text{ kN} > 2\,000 \times 1.1 = 2\,200 \text{ kN}$$

③ $2\,000 < N \leq 2\,500 \text{ kN}$

设 ZH3 桩径为 1 000 mm, 桩的扩大头直径为 1 200 mm.

$$N = (0.95 \times \pi \times 617.42 \times 1.0 + 0.87 \times 3\,000 \times \pi \times 0.6^2) \div 1.65 = 2\,905.78 \text{ kN} > 2\,500 \times 1.1 = 2\,750 \text{ kN}$$

2) 假设把持力层置于网纹粘土层上,计算桩长 5 m, 不考虑桩侧阻力.

① $N < 1\,500 \text{ kN}$

设 ZH1 桩径为 900 mm, 桩的扩大头直径为 1 700 mm.

$$N = 0.83 \times \pi \times 0.85 \times 0.85 \times 1\,500 \div 1.65 = 1\,712 \text{ kN} > 1\,500 \times 1.1 = 1\,650 \text{ kN}$$

② $1\,500 < N \leq 2\,000 \text{ kN}$

设 ZH3 桩径为 1 200 mm, 桩的扩大头直径为 2 000 mm.

$$N = 0.80 \times \pi \times 1 \times 1 \times 1\,500 \div 1.65 = 2\,285 \text{ kN} > 2\,000 \times 1.1 = 2\,200 \text{ kN}$$

③ $2\,000 < N \leq 2\,500 \text{ kN}$

设 ZH3 桩径为 1 500 mm, 桩的扩大头直径为 2 300 mm.

$$N = 0.77 \times \pi \times 1.15 \times 1.15 \times 1\,500 \div 1.65 = 2\,908 \text{ kN} > 2\,500 \times 1.1 = 2\,750 \text{ kN}$$

3) 技术经济比较

把本工程的 ZH1、ZH2、ZH3 按持力层分别置于强风化岩和网纹粘土层时,从桩长、桩径、扩大头直径、砼量、钢筋量、单桩承载力设计值、单桩造价等方面列表进行比较:(见表 2)

表 2 人工挖孔灌注桩技术经济比较表

桩编号	持力层	桩长 (m)	桩径 (mm)	扩头直径 (mm)	砼量 (m ³)	钢筋量 (kg)	单桩承载力设计 值(kN)	单桩造价 (元)
ZH1	强风化岩	13.05	800	800	6.535	77.27	1 854	3 358
	网纹粘土	5.00	900	1 500	4.140	77.27	1 712	2 024
ZH2	强风化岩	13.05	800	1 000	6.647	77.27	2 269	3 410
	网纹粘土	5.00	1 200	2 000	7.250	51.09	2 285	3 191
ZH3	强风化岩	13.05	1 000	1 200	10.36	97.50	2 906	5 258
	网纹粘土	5.00	1 500	2 300	10.81	124.7	2 908	4 825

4 分析

1) 造价分析

从以上数据来看,ZH1、ZH2、ZH3 这三种编号的人工挖孔灌注桩,置于不同持力层时,为满足承载力的要求,桩径和桩长有所不同,计算所得单桩承载力设计值相差不大.但是,人工挖孔灌注桩持力层置于网纹粘土上时,和持力层置于强风化岩上相比,虽然桩径有所增大,造价却相对降低.

①ZH1 差价:3 358-2 024=1 334 元

②ZH2 差价:3 410-3 191=219 元

③ZH3 差价:5 258-4 825=433 元

经过统计,本工程人工挖孔桩 ZH1 有 66 根、ZH2 有 31 根、ZH3 有 5 根.

本工程如果持力层为强风化岩,桩基础的总造价为:

$$3\,358 \times 66 + 3\,410 \times 31 + 5\,258 \times 5 = 353\,628 \text{ 元}$$

本工程如果采用短桩,可节省造价:

$$1\,334 \times 66 + 219 \times 31 + 433 \times 5 = 96\,998 \text{ 元, 相对节省了 } 27\% \text{ 的工程造价.}$$

事实和数据证明,采用短桩可以节省工程造价.

2) 人工挖孔灌注桩的工作性能

造成以上结果的原因与人工挖孔灌注桩额定工作性能有关.对于结构强度足够的桩,当顶部作用有轴向力 N 时,桩顶位移 S₀ 由两部分组成:一部分是由于桩端土被压缩,桩身产生刚体位移 S_L;另一部分是桩身在轴向压力作用下的压缩变形 S_P.亦即 S₀=S_L+S_P.事实上,当荷载 N 很小时,桩与桩周土变形几乎相同.随着 N 逐渐增大,桩身相对于桩周土位移,侧摩阻力发生作用,荷载主要通过这种摩阻力传递给桩周土,桩端反力较小.当桩身位移达到一定值(例如粘性土约为 5~7 mm,砂性土中为 10 mm 左右)时,摩阻力达到极限值,桩端反力将迅速增大.但是,对于人工挖孔灌注桩,它是一种端承

桩,由于桩周土软弱,桩周摩阻力几乎在加载一开始即达到极限承载力了.之后,主要是桩端反力起作用,荷载增量即为桩端反力增量.当桩端下沉量达到一定值(在一般粘性土持力层中约为 0.25d,砂性土和硬粘土持力层中约为 0.1d,d=桩径)时,桩端反力达到极限状态.此时桩才达到极限承载力.也就是说,桩侧阻力都是在较小桩顶沉降(10~15 mm)下发挥作用,而端阻力随沉降增大而逐渐发挥并显示极限特征点.

3) 人工挖孔灌注桩的破坏特性

随着荷载增加,桩底周围土压缩变形,始终产生竖向位移,而不出现隆起,伴随有少量侧向挤出;扩大端周围土中有时会出现剪应力,产生伞形裂缝并伴随剪胀.桩端土不发生整体剪切破坏,而是土受压缩机理,随着荷载增加,桩底以下土体产生竖向和侧向压缩,使桩端产生塑性区,土滑动或拉裂,使桩基础产生较大的下沉而导致上部结构的破坏.

4) 人工挖孔灌注桩的设计

人工挖孔灌注桩设计时,桩端持力层的选用及桩长的确定是非常重要的.对于一般的人工挖孔灌注桩来说多为端承桩,桩侧摩擦力在整个桩的承载力中所占的份量较小,一般不会超过 30%,当桩长较短或桩端地基承压强度较高(如各种基岩时),此值可降至 10%左右,所以桩侧土层摩擦力减少对单桩承载力值影响不大,加大桩径提高承载力是很显著的.通常采用短桩,适当加大桩径,能够在满足工程安全性的情况下,大大节省造价.

5) 人工挖孔灌注桩设计成短桩的其它优点

①施工更安全

人工挖孔灌注桩的成孔是人工进行作业的.如果桩基设计得太长,施工控制不好,容易发生坍塌、缺氧窒息等安全事故,使人们的生命和财产安全受到影响.短桩的施工就不存在这些问题.

②施工方便快捷,可以提高工程的施工进度

由于短桩的施工难度更小,施工单位可以更好地组织施工,进度可以加快,有利于工程进度的控

制.

③有利于质量控制

由于桩比较短,施工难度更小,施工单位在钢筋笼绑扎和混凝土振捣等工序都容易控制质量.所以成桩质量容易得到控制.

④便于监督检查

由于桩比较短,可见性较强,便于施工单位的自检和监理公司与质量监督部门的跟踪检查.

⑤有利于减小地下水的影响

地下水对人工挖孔灌注桩的施工会产生一定影响,并且会削弱桩的端承力.如果出现管涌或流砂现象,会给施工带来困难.处理这些问题,又将花费不少人力和物力.采用短桩,可避开地下水对施工质量的影响.

5 结 论

我们在进行人工挖孔灌注桩设计时,应先认真阅读《岩土工程勘察报告》.确定合适的持力层是很重要的.结合本工程实际情况,采用短桩,把持力层设在较浅的位置,可以降低工程造价,方便施工,缩短工期,更好地保证工程质量.

参考文献:

[1] JGJ 94—94 建筑桩基技术规范[S].
[2] 史如平, 韩选江. 土力学与地基工程[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 1990.

Determination of Supporting Course and Length of Artificial Drilled Piles

GONG Wen-hui, LI Quan-fu

(Design and Research Inst. of People Aerial Defence Eng. of Jiangxi Province, Nanchang, 330002 China)

Abstract: A lot of data from the field experiences were collected and analyzed theoretically. The results demonstrated that it is important to select an appropriate supporting course during designing the artificial drilled piles. It will reduce the construction cost and take less time to finish the project and use short piles and set supporting courses at shallower positions than usual according to the field condition. The technology, which is convenient in construction, assures the construction quality.

Key words: artificial drilled piles; short piles; supporting courses