

文章编号:1001-5132(2009)02-0273-03

后注浆钻孔灌注桩的工程实例与探讨

屈妍

(宁波大学建筑设计研究院, 浙江宁波 315211)

摘要: 分析了后注浆钻孔灌注桩的工艺特点以及竖向承载力的计算等问题, 结合工程实例对该桩型的受力特性、单桩承载力等问题进行了分析、探讨。工程试验结果表明: 后注浆钻孔灌注桩是一种低噪音、低震动、单位面积承载力高的桩型, 适用于各种复杂的地质条件; 在同等工程地质条件下, 该桩型较普通钻孔灌注桩能大幅度地提高单桩承载力, 减少沉降, 经济效益良好。

关键词: 后注浆钻孔灌注桩; 承载力; 载荷试验

中图分类号: TU473

文献标识码: A

后注浆钻孔灌注桩成功地克服了普通钻孔灌注桩因孔底沉渣和桩周泥皮引起的承载力偏低、垂直荷载下沉降较大的缺陷^[1], 是一种低噪音、低震动、质量可靠、单位面积承载力高的桩型, 适用于各种复杂的地质条件。近年来, 宁波市多项工程在设计中选用了后注浆钻孔灌注桩, 笔者调查发现采用该技术均取得了较好的经济和社会效益。

1 后注浆钻孔灌注桩的工艺特点

(1)先准备2根比孔深深20cm左右的钢管, 在其底部长约25cm范围内梅花状布孔若干个, 孔径在5cm左右, 并用编织袋将管底口及小孔包扎封牢。(2)按普通钻孔灌注桩的正常施工工艺钻孔、成孔并清孔。(3)将注浆管绑扎在钢筋笼两侧, 同步放入孔内, 伸至孔底, 顶部露出桩孔口20cm左右。(4)下导管、清孔、浇灌混凝土, 待沉桩1d后, 以2MPa压力的清水冲开管底封口。(5)7d后, 压力注浆约2h, 当注浆压力达到3~10MPa后或注完设计要

求注浆量后, 即可停止注浆。

由于高压水泥浆的扩渗、挤压和胶凝作用, 使桩底虚土得到固结挤密, 减少了群桩的桩土相对变形, 降低了桩群内部侧阻力发挥, 提高了桩周下部侧摩阻力和端阻力, 且使沉降变形减小而均匀, 因而单桩承载力较高。经统计分析, 与普通钻孔灌注桩相比, 在宁波地区该桩竖向承载力可提高约30%~40%。

2 桩竖向承载力计算

2.1 按土的支撑能力计算

根据文献[2]规定, 在符合规范要求的注浆技术实施规定的条件下, 注浆单桩极限承载力标准值可按(1)式估算:

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{gsk} + Q_{gpk} = \mu \sum q_{sjk} l_j + \mu \sum \beta_{sik} q_{sik} l_{gi} + \beta_p q_{pk} A_p, \quad (1)$$

式中: Q_{uk} 为后注浆单桩极限承载力标准值; Q_{sk} 为后注浆非竖向增强段总极限侧阻力标准值;

表1 后注浆侧阻力增强系数 β_{si} 以及端阻力增强系数 β_p

土层	淤泥 淤泥质土	粘性土 粉土	粉砂 细砂	中砂	中砂 砾砂	砾石 卵石	全风化 强风化岩
β_{si}	1.2~1.3	1.4~1.8	1.6~2.0	1.7~2.1	2.0~2.5	2.4~3.0	1.4~1.8
β_p	-	2.2~2.5	2.4~2.8	2.6~3.0	3.0~3.5	3.2~4.0	2.0~2.4

Q_{gsk} 为后注浆竖向增强段总极限侧阻力标准值;
 Q_{gpk} 为后注浆总极限端阻力标准值; μ 为桩身周
 长; A 为桩身截面积; l_j 为后注浆非竖向增强段第
 j 层土厚度; l_{gi} 为后注浆增强段内第 i 层土厚度;
 q_{sik}, q_{sik}, q_{kp} 分别为后注浆竖向增强段第 i 土层初始
 极限侧阻标准值, 非竖向增强段第 j 土层初始极限
 侧阻力标准值及初始极限端阻力标准值; β_{si}, β_p
 分别为后注浆侧阻力和端阻力增强系数.

单桩竖向极限承载力标准值经静载试验确定
 后, 基桩(或复合基桩)的竖向承载力设计值可按规
 范的有关条款进行计算, 此时桩侧阻力和端阻力
 分项系数可取 $\gamma_{sp}=1.6$.

2.2 按桩身承载力计算

桩轴心受压时 $Q \leq A_p f_c \psi_c$, 式中: Q 为相应
 荷载效应基本组合的单桩竖向力设计值; A_p 为桩
 身截面积; f_c 为混凝土轴心抗压强度设计值; ψ_c
 为工作条件系数, 取 0.6~0.7.

3 工程实例

宁波市某办公大楼, 主楼地上 14 层, 地下 1 层,
 地面以上高 50 m, 框架剪力墙结构. 场地上部主要
 为海相沉积的淤泥质土层; 中下部为冲积相沉积
 的粘性土及中粗砂夹角砾. 场地岩土特性参数见
 表 1. 地下水埋深 0.5~1.5 m, 无一定径流方向.

柱下荷重 50~70 t, 初设计时曾考虑用普通钻
 孔灌注桩, 平均每个柱需桩径 600 的灌注桩 4 枚左
 右(单桩承载力设计值为 1900 kN), 长约 50 m, 桩
 基造价超出预算, 后经比较决定用后注浆灌注桩.

取桩径 600, 有效桩长 50 m, 桩端进入 8 层(中
 粗砂加角砾层)1.2~1.8 m, 注浆压力约为 5 MPa,
 根据公式(1)估算, 其单桩竖向极限承载力标准值

为 5392 kN, 而设计 $Q_{uk}=5200$ kN. 由于工期紧,
 边施工钻孔桩边进行注浆, 没有特别的注浆顺序.
 桩基施工结束后, 随机取 3 根工程桩做静载荷试验
 检测单桩承载力, 其荷载-沉降曲线见图 1.

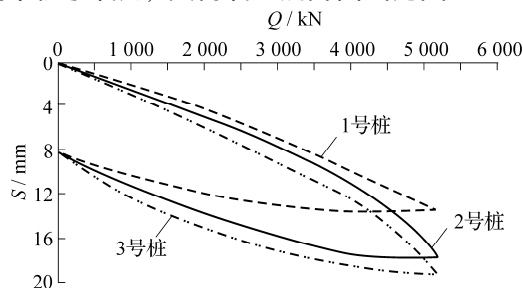


图1 荷载-沉降曲线

1~3 号试桩在对应荷载 5200 kN 时, 其沉降
 量 $S=20$ mm, 小于规范规定的 40~60 mm, 荷载-
 沉降曲线走势平缓, 卸载回弹后的残余沉降 8 mm.
 试验结果表明, 单桩竖向承载力满足设计要求, 且
 有较大富裕, 桩身质量完好. 该工程共有桩 102 根,
 工程结束时最大沉降量为 18 mm.

4 几个问题的探讨

4.1 桩端持力层选择

在相同注浆压力下土的渗透系数越大, 注浆
 影响半径越大, 浆液对土的加固效果越好. 因此持
 力层应尽可能选择在渗透性较好的砂、卵石层内,
 以获得较大的承载力.

4.2 浆液浓度对注浆效果的影响

先灌注稀浆, 稀浆流动性好, 裂隙无论宽窄,
 均易进浆, 先将细缝添灌充实, 而后浆液再逐级变
 浓, 使中等或较大的裂隙也能得到充实.

4.3 注入压力的确定

注浆压力与土层的渗透性、浆液浓度有关. 目
 前使用的有“一次升压法”和“分级分压法”. 当正常

压力下注入速度缓慢时,可提高压力尽量使一些细小的裂隙不致在低压下提前被封堵,可较多地灌入一些浆液,即所谓“一次升压法”。但较高的压力也会使浆液在较宽的裂隙中流窜过远,造成浪费。在正常压力下就很容易将浆液注入时,说明岩土层吸浆量大,可改用低一级的压力进行注浆,吸浆量逐渐减少时再加一级压力,直至达到规定的压力,此为“分级分压法”。

4.4 经济技术分析

工程桩基方案修改前后工程量比较见表2。

表2 桩基工程量对比表

	桩长/ m	注浆费用/ (根·元 ⁻¹)	单桩方量/ m ³	桩总数/ 根	砼方量/ m ³
普通桩	50	无	14.13	184	2 600
后注浆桩	50	2 000	14.13	102	1 441

注:注浆费用包括机械、人工、材料等。

由表2可知,后注浆钻孔灌注桩单方造价高于普通钻孔灌注桩,但同等条件下其单桩承载力远高于后者,其单位承载力费用低于普通钻孔桩。同时,由于单桩承载力提高,可大幅度减少承台混凝土用量和配筋。经初步计算,后注浆钻孔灌注桩较

普通钻孔灌注桩的费用节约30%~40%,因此用于高层建筑且桩长较长时经济效益显著。

对于8层以下的多层建筑,如果单桩的荷载相对较小,采用后注浆钻孔灌注桩,则承载力难以充分利用,因此需做经济指标比较后再定桩型。

5 结论

工程实践表明:后注浆钻孔灌注桩是一种低噪音、低震动、单位面积承载力高的桩型,适用于各种复杂的地质条件。在相同的工程地质条件下,与普通的钻孔灌注桩相比,采用后注浆钻孔灌注桩,能大幅度提高单位面积承载力,在相应的荷载作用下沉降变形小,施工质量容易控制,具有明显的经济和社会效益,是目前宁波地区高层建筑较为理想的桩型,有推广应用的价值。

参考文献:

- [1] 李应保. 钻孔压浆桩的工程实践与探讨[J]. 建筑结构, 2002, 32(2):48-49.
- [2] JGJ 94-2008, 建筑桩基技术规范[S].

Analysis on Applying Post-grouting Technique in Bored Pile

QU Yan

(Architectural Design & Research Institute, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: The calculation of bearing force for post-grouting bored pile is introduced. Based on the real application cases, the issues pertinent to calculating the force feature and bearing force for the post-grouting bored pile is discussed and the computational results are tested. The experiment is conducted with the results showing that post-grouting bored pile is featured in high bearing force, low noise and satisfactory cost performance. In addition, comparing with the generic techniques applied for cast-in-place pile, the proposed approach can achieve better economic benefit under the same geological conditions, such as increasing pile bearing capacity and reducing depression, etc..

Key words: post-grouting bored pile; bearing capacity; loading test

CLC number: TU473

Document code: A

(责任编辑 史小丽)