

钻孔扩底灌注桩的设计与检测

韩建强¹, 宋庆东¹, 杨明²

(1. 广州市设计院, 广州 510620; 2. 中科院广州化灌工程有限公司, 广州 510070)

[摘要] 结合钻孔扩底灌注桩在某高层建筑物基础中的成功应用, 对钻孔扩底灌注桩的成桩原理进行了有关的阐述, 认为扩底钻头的扩张角 $\alpha \leq 25^\circ$ 为宜, 且扩底高度范围内岩石层的饱和单轴抗压强度标准值一般不大于 6 MPa; 同时在单桩竖向承载力的设计计算时, 要求对桩身侧阻力与桩底端阻力进行相应修正。为确保钻孔扩底灌注桩桩端扩大头的施工质量, 根据其自身特点, 提出采用传统的钻孔取芯法进行检测, 并针对工程应用情况进行了定性评价。

[关键词] 钻孔扩底灌注桩 竖向承载力 桩身侧阻力 桩底端阻力

[中图分类号] TU431; U448.14 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2003)04-0090-03

1 成桩原理简述

钻孔扩底灌注桩施工须用两种钻头: 普通钻孔灌注桩钻头和特制的扩底钻头(如图1)。施工时先用普通钻孔桩钻头(直状)施工到设计持力层时, 改用扩底钻头, 通过扩底钻头旋转切削岩土层来扩大桩底直径, 当扩底直径达到设计要求后, 浇灌砼, 形成底部具有扩大头的钻孔扩底灌注桩。与普通钻孔灌注桩相同的是, 需采取措施减少孔底沉渣厚度, 以确保桩的承载力。

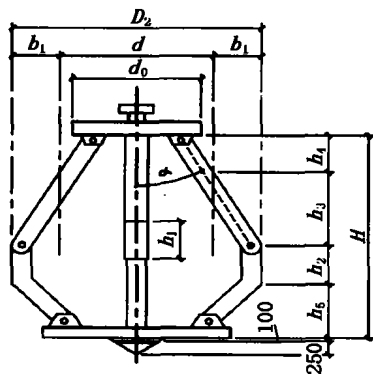


图1 扩大头结构图

桩底扩大头直径是通过图1中的下压高度 h_1 来控制的。扩底直径 D_2 与下压高度 h_1 以及扩张角 α 存在几何关系, 可由 h_1 推算出。

根据目前设备的机械性能, 工程经验该桩的适

用条件: 扩张角 $\alpha \leq 25^\circ$ 为宜, 且扩底高度范围内岩石层的饱和单轴抗压强度标准值一般不大于 6 MPa。

2 单桩竖向承载力的计算

目前还没有可供使用的钻孔扩底灌注桩单桩竖向承载力的计算公式。由于成桩后, 其受力机理同人工挖孔灌注桩基本相同, 如图2^[4], 故在设计时, 我们参照普通钻孔灌注桩和人工挖孔灌注桩单桩竖向承载力的计算方法, 对桩侧阻力与桩端阻力进行修正后, 按如下公式计算钻孔扩底灌注桩单桩竖向承载力:

$$R_s = \xi_s u_p \sum q_{sia} l_i + \xi_p \psi_r f_{rk} A_p$$

其中: R_s —单桩竖向承载力特征值;

f_{rk} —岩石饱和单轴抗压强度标准值;

ψ_r —折减系数, 对完整岩体可取 0.5, 对较完整岩体可取 0.4, 对较破碎岩体可取 0.3;

ξ_s, ξ_p —分别为桩侧阻力和桩端阻力特征值的修正系数, 在本工程中建议都取 0.9;

q_{sia} —桩侧阻力特征值;

l_i —第 i 层岩土层的厚度;

u_p —桩身周边长度;

A_p —桩底横截面面积。

一般情况下, 考虑钻孔灌注桩存在颈缩等现象, 其侧阻力不如预制桩与人工挖孔灌注桩那样能正常

[收稿日期] 2003-02-15; [修订日期] 2003-06-18; [责任编辑] 李石梦。

[第一作者简介] 韩建强(1959年-), 男, 1982年毕业于西安建筑科技大学(原西安冶金建筑学院), 获工学博士学位, 高级工程师, 现主要从事建筑结构设计工作。

发挥,且清孔和桩底沉渣都不如人工挖孔灌注桩理想,故用 $\xi_s = \xi_p = 0.9$ 来修正。

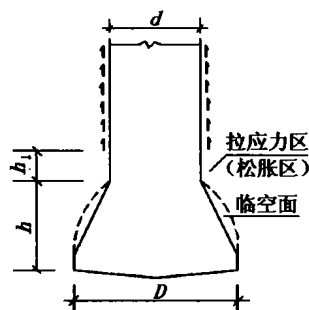


图2 钻孔扩底灌注桩受力原理图

另外钻孔扩底灌注桩在扩底高度范围内存在临空面(图2)以及 h_1 高度范围内存在松胀拉应力区,故在桩底以上($h+h_1$)高度范围内不计算桩身侧阻力, h_1 一般可取1 m或一倍的桩身直径。

同时,在地震等水平力作用下,桩的水平变位会影响桩身侧阻力的正常发挥,一般当桩长小于6 m或填土厚度超过有效桩长的60%时,取 $q_{sia}=0$ 。

根据目前设备的机械性能,一般情况下, $D \leq 2d$ 。

3 桩的检测

本工程桩的检测共采用了4种方法,即预埋管超声波探测,低应变动测,桩底钻孔抽芯法,扩大头钻孔抽芯法。前3种都是常规的检测方法,主要检查桩身的完整性,砼质量以及桩底持力层的情况,这里就不多叙述,后者则是针对钻孔扩底灌注桩而专门采用的。

据调查,目前还没有专用仪器能检测桩底扩大头的具体形状和尺寸,为此,我们采用最简单,最古老也是最可靠的方法——扩大头钻孔抽芯法。其基本思路是:根据设计要求的桩底扩大头直径,沿该扩大头外边缘向内100 mm左右的圆周上布置4个直径同桩身抽芯钻孔相同的钻孔,桩底扩大头的形状和尺寸可根据 h_1 与钻孔位置来推算,如图3。

规范^[2]要求钻孔灌注桩的垂直度允许偏差为1%。当桩长为22 m时(本工程平均桩长为22 m),其自桩顶至桩底的偏差达220 mm。按该精度,要抽取到桩底扩大头部分的砼,则钻孔位置应布置在扩底边缘向内250 mm的圆周上,但该位置对桩承载力验算影响较大,如工程桩扩底直径 $D=3600$ mm,其底面积 $A=10.178$ m²,而钻孔位置的直径 $D_0=3100$ mm, $A_0=7.547$ m²,则 $A_0/A=0.7415$,可见仅

能估算到74.15%的承载力。为此,要求采用高精度钻机,钻孔垂直度允许偏差控制在0.5%以内,在此精度下,其偏差为110 mm。为了保证对桩承载力验算的准确性,在沿该扩大头外边缘向内的距离 S 不超过100 mm的条件下, $D_0=3400$ mm, $A_0=9.079$ m², $A_0/A=0.892$,可估算到89.2%的承载力,基本满足对桩承载力验算的要求。

施工时,我们要求钻孔位置自边缘向内的距离 S 控制在60~80 mm内。这样的话,有可能个别钻孔钻至桩底时,钻孔落在桩底扩大头范围之外,但考虑到扩底钻头是刚性的,施工时旋转切削岩石的圆弧面应当是连续完整的,故只要有3个以上钻孔抽取到砼芯,就可以说明成型的桩底扩大头是完整的圆锥体。抽芯结果见表1。

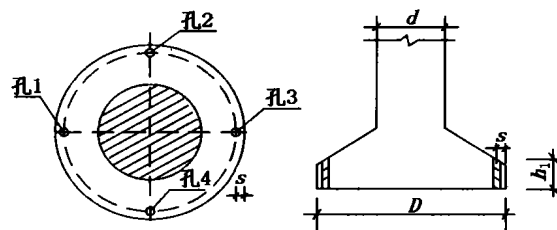


图3 扩大头抽芯钻孔图

表1 桩底扩大头钻孔抽芯情况表 mm

桩号	桩身直径/d	桩底直径/D	h_{11}	h_{12}	h_{13}	h_{14}	s
49*	2000	3600	1050	未见	350	1950	74.2
234*	1800	3100	未见	420	400	350	68.2
240*	1600	2900	350	370	350	未见	73.7

由上表及图3可以看出:

1)距边缘仅有60~80 mm距离的钻孔位置,取芯高度 $h_1 \geq 350$ mm。基本满足设计要求边缘高度不小于350 mm的要求。

2)所抽取的3条桩中,每桩均有3个孔抽取到砼芯,仅有一个未抽到。考虑到钻孔自边缘向内的距离较小,有可能施工时在桩底部钻头落在边缘之外,根据上述分析,可以判定桩底的扩大头圆锥体及直径基本满足设计要求。

综合以上检测结果,本工程的钻孔扩底灌注桩符合设计要求。

4 小结

综上所述,对钻孔扩底灌注桩的设计与检测可提出以下建议:

(下转第94页)

4 结 语

六村堡互通式立交桥桩基施工使用旋挖钻机是成功的,达到了预期的目的。使用旋挖钻机施工,成孔质量好、速度快,经济效益高,配合使用双聚合泥浆,护壁可靠、经济、方便,适用于旋挖钻机施工的特点,成孔率 100%,施工中未发生塌孔、缩径、扩径的现象。在施工过程中,根据掏出的钻渣随时了解地质条件和地质变化,根据变化调整钻进速度、钻进方

式及泥浆性能,以保证成孔质量,实现信息化施工。

[参考文献]

- [1] 金问鲁,顾尧章. 地基基础实用施工手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1995.
- [2] 《桩基工程手册》编写委员会. 桩基工程手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1997.
- [3] 邵卫根. 钻孔灌注桩施工常见事矿分析及对策[J]. 地质与勘探,1995,(5):57~60.
- [4] 阮文军. 新型疏木质素复合浆液的研制及其性质研究[J]. 地质与勘探,2001,(3):75~77.

APPLICATION OF ROTARY BORING MACHINE AND BI - POLYMER SLURRY IN THE CONSTRUCTION

ZHU Yan - feng, REN Feng - ming, WANG Hong, YUAN Bing

(Faculty of Construction, Guangdong Industry University, Guangzhou 510090)

Abstract: This paper introduces the application of rotary boring machine and bi - polymer slurry, and presents some problems in construction and methods to deal with the problems.

Key words: rotary boring machine, bi - polymer slurry, drill

(上接第 91 页)

1) 该桩的适用条件:扩张角 $\alpha \leq 25^\circ$ 为宜,且扩底高度范围内岩石层的饱和单轴抗压强度标准值一般不大于 6 MPa。

2) 考虑到设备的机械性能,一般情况下, $D \leq 2d$ 。

3) 在单桩竖向承载力特征值计算时,可参照人工挖孔灌注桩的公式计算,但应考虑桩侧阻力和桩端阻力特征值的修正系数。

4) 钻孔扩底灌注桩能否在工程中成功应用,桩底扩大头施工质量以及对桩底扩大头的检测尤其重要。本文提出的桩底扩大头钻孔抽芯检测法仅是一

个尝试,希望有更好的方法取代它。

[参考文献]

- [1] 建筑地基基础设计规范 (GB50007 - 2002) [M]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [2] 广东省建筑地基基础设计规范 (DBJ15 - 3 - 91) [S].
- [3] 建筑桩基技术规范 (JGJ94 - 94) [M]. 北京:中国建筑工业出版社,1995.
- [4] 陈学利. 大直径人工挖孔桩(墩)承载力计算. 高层建筑的岩土工程问题学术讨论会论文集 [M]. 杭州:浙江大学出版社,1994.
- [5] 韩建强. 考虑基础—基坑支护综合效益的结构设计方案优选 [J]. 建筑结构,2002.

DESIGN AND INSPECTION OF UNDER - REAMED BORED PILE

HAN Jian - qiang¹, SONG Qing - dong¹, YANG Ming²

(1. Guangzhou Building Design Institute, Guangzhou 510620;

2. Guangzhou Chemical Grouting Engineering Co. Ltd, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510070)

Abstract: According to successful application of bored pile in a tall building, construction principle of under - reamed bored pile is discussed in details. It is thought that the reaming - angle of reaming bit should be less than 25 degree, the rock compression strength under the pile end should be no more than 6 MPa, and lateral frictional force and end resistance of pile should be adjusted when vertical carrying capacity is calculated. A simple and traditional method borehole sampling is suggested to knowledge the quality on enlarged - end of pile according to its characteristic, and the qualitative analysis is given in connection with engineering application.

Key words: under - reamed bored pile, vertical carrying capacity, lateral frictional force, end resistance