

介绍几种异形截面桩

杨 敏¹, 曹方成², 张齐兴³

(1. 盐城市水利局, 江苏 盐城 224002; 2. 宿迁市公路处, 江苏 宿迁 238000;

3. 河海大学水利水电工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要:介绍几种异形截面桩的桩型, 此类桩与传统的圆形截面桩相比, 在同造价下, 由于截面模量及桩周面积大, 大大提高了桩的刚度和单桩承载力. 在工程实践的基础上, 结合理论研究成果, 对几种异形截面桩进行了技术特性和承载力特性的分析. 随着新型钻机——DGZ 多功能钻机的研制成功, 异形截面桩在工程建设中具有广泛的应用前景.

关键词:异形截面桩; DGZ 多功能钻机; 单桩承载力

中图分类号: TU437.1+2

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2003)01-0058-03

随着我国经济的发展, 建筑、交通、水利等基本建设规模越来越大, 而基本建设中地基基础投资占总投资的比例是比较大的, 特别是遇到较深软弱地基的处理, 如何用最少的资金来建设合格安全的建筑物基础一直是摆在工程技术工作者面前的课题. 近 20 年来, 国内外桩基技术虽然发展很快, 但是面对高速发展的国家基本建设要求, 仍有较大差距. 例如我国传统的桩基础要么是圆形截面, 要么是方形截面. 特别是钻孔灌注桩, 由于受施工机械的限制只能采用圆形截面, 但从理论分析和现场试验可知, 在同样用材情况下, 圆形截面桩的单桩承载力要比正方形或多边形截面桩小得多.

为此, 我们经过长期的研究和实践, 特提出几种异形截面的桩型, 以丰富传统的单一的圆形钻孔桩或打入式预制方桩. 经过大量的实验研究, 以万泽仁高级工程师为首的研制组成功地发明了“DGZ 系列功能钻机”, 并解决了异形截面桩的施工工艺. 这为异形截面桩在实际工程中的应用创造了可靠的条件.

1 几种异形截面的桩型

图 1~4 为用 DGZ 系列多功能钻机成孔的基本截面形状和截面尺寸.

1.1 “十”字形截面桩

“十”字形截面桩(图 1)能够极大地增加桩的侧面积, 对提高摩擦桩的承载力极为有利, 它可以承受很大的竖直荷载(目前最大为 29 MN), 并可以不需要坚硬持力层, 且最大深度不受限制(现施工深度已

达 100 m); 另外, 其尺寸可以变化以适应结构的型式和外加荷载的大小与方向.

图 1 中: $D = 550 \text{ mm}$; $A \leq 3\,000 \text{ mm}$; $b = 400 \sim 600 \text{ mm}$; $\delta_1 = 200 \sim 300 \text{ mm}$; $\delta_2 = 200 \sim 400 \text{ mm}$.

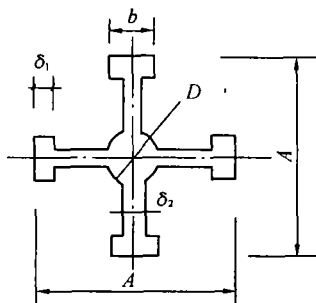


图 1 “+”字形截面桩示意图

1.2 “Π”形截面桩

“Π”形截面桩(图 2)可以广泛应用于基坑支护, 在可能的条件下, 甚至可以减少或代替钢筋混凝土支撑或钢支撑, 从而大大简化基坑支护的施工, 并且对土方开挖带来非常大的便利, 从而加快基坑的施工速度. 如果利用“Π”形截面桩兼作地下室的墙, 即“两墙合一”, 则可带来更大的经济效益, 具有极大的推广价值. 南京某大厦基坑围护原设计为灌注桩加钢支撑的方法, 后改为“Π”形截面桩并采用“两墙合一”的方法, 不仅缩短了施工工期, 而且比原设计节省了 1/3 造价.

图 2 中: $A \leq 600 \text{ mm}$; $b = 1\,500 \sim 3\,000 \text{ mm}$; $\delta_1 = 200 \sim 400 \text{ mm}$; $\delta_2 = 200 \sim 400 \text{ mm}$; $D_1 = 550 \text{ mm}$; $D_2 \leq 550 \text{ mm}$.

作者简介: 杨敏(1965—), 女, 吉林四平人, 工程师, 主要从事水利工程施工工作.

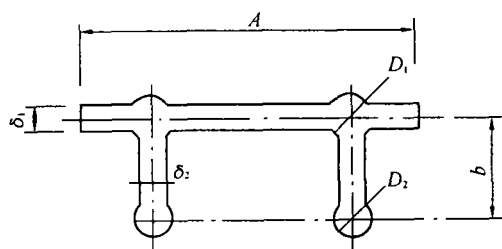


图2 “II”形截面桩示意图

1.3 “口”“工”“井”字形截面桩

这几种桩型(图3和图4)与“II”形和“十”形截面桩的功能类似,其截面模量比“II”形及“十”形截面桩更大,刚度和稳定性更好。

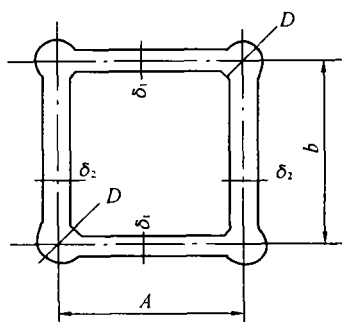


图3 “口”字形截面桩示意图

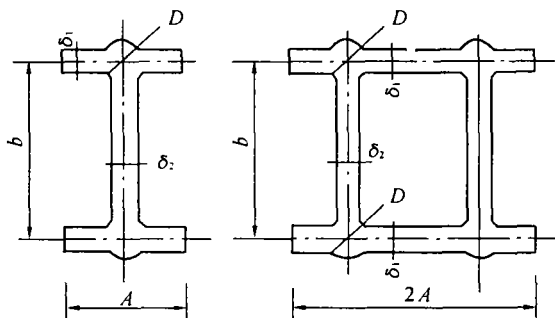


图4 “工”“井”字形截面桩示意图

图3和图4中: $A \leq 3000 \text{ mm}$; $b \leq 3000 \text{ mm}$; $D = 550 \text{ mm}$; $\delta_1 = 200 \sim 600 \text{ mm}$; $\delta_2 = 200 \sim 600 \text{ mm}$ 。

1.4 “一”字形截面桩

“一”字形截面桩作为异形截面桩的一特例,也就是地下连续墙。由于工程建设的需要,地下连续墙在发达国家近30年来有了迅速发展,无论是完成的工程量,还是施工机械及工艺方面发展都很迅猛。开槽机械从抓斗式,到多钻式、切削式、锯齿式、链斗式、水冲式等,及联邦德国发明的双轴式开槽机,都是针对不同工程地质条件,仅能在一定范围内使用,如对砾石和卵石地质条件使用效果不好,而DGZ多功能钻机则以其很宽的应用范围解决了上述问题,能适应软弱地基、坚硬岩基、砾石、卵石层等各种地质条件。目前DGZ多功能钻机一次成槽长可达6~8m,宽度0.2~2m。在造价上则更具明显优势,常常仅

为其它机械的几分之一,钻进速度和钻进量均见长。DGZ多功能钻机以水平轴切削为主,一次成槽长度大,接缝相对少得多,这个特点对预防地下结构的渗漏特别有利。

2 异形截面桩的技术特性

我们之所以要研究并试用异形截面桩,是由于异形截面桩在某些特定场合下能最大限度发挥地土和桩本身的潜在能力。

a. 在同样用料的情况下,异形截面桩桩周面积比传统的圆形截面桩或方形截面桩有更大的侧摩阻力,如图1所示的“十”字形截面桩,取 $D = 550 \text{ mm}$, $b = 450 \text{ mm}$, $A = 3000 \text{ mm}$, $\delta_1 = 200 \text{ mm}$, $\delta_2 = 350 \text{ mm}$,则桩基的截面积为 2.033 m^2 ,桩基的侧面积 $S_1 = 13.92 \text{ m}^2$,该桩相当于直径为1.61m的圆形截面桩,而桩径为1.61m的圆形截面桩,其桩侧面积 $S_2 = 5.06 \text{ m}^2$,所以 $S_1/S_2 = 2.75$ 。

b. 在相同的桩材和相同的外界荷载下,异形截面桩的刚度和稳定性较圆形截面桩要好得多。假如设计的桩为端承桩,并近似地按承受轴向压力的桩来考虑,则桩临界荷载为

$$P = n\pi^2 EI/L^2 \quad (1)$$

式中: E 为弹性模量, kPa ; I 为惯性矩, cm^4 ; L 为桩的长度, cm 。

如果桩材、桩长端部条件相同,则它们的惯性矩分别为 $I_{\text{圆}} = \pi d^4/64$ 和 $I_{+} = 519 \times A^4/49152$ (此处取 $b = \delta_2 = A/3$, $\delta_1 = 0$),根据各桩的惯性矩 I 必须相等,即 $I_{\text{圆}} = I_{+}$,可得出 $A^2 = 2.158 d^2$ 。假定它们的截面积分别为 $S_{\text{圆}}$, S_{+} ,则 $S_{+} = 0.506 d^2$, $S_{\text{圆}} = \pi d^2/4 = 0.785 d^2$ 。可见,要达到同样的刚度,“十”字形截面桩所需截面积比圆形截面桩要小得多。

c. 由于异形截面桩可以改变截面的几何特性,故可以取得有利于承载力增加的力学效果,如异形截面桩的截面可以是非对称形,其抗弯能力可以具有明显的方向性,这样可以将桩抵抗弯曲能力最大的方向安排与横向荷载的方向一致,从而发挥桩的潜能并可以节省造价。

3 异形截面桩单桩承载力的特性

由于异形截面桩的施工和设计属于新技术、新工艺,以往的实践经验不多,也没有现成的设计和施工规范可依,经过大量的实践和测试研究,我们认为以上几种桩型的单桩承载力和桩的构造参数均可参照现行的桩基规范和手册进行计算和设计,但在设计和施工过程中要考虑异形截面桩的特性适当调整

参数.

a. 异形截面灌注桩比一般的圆形截面灌注桩具有大得多的桩侧摩阻力,在较厚的软基中可以不需较硬的持力层.而桩底置于较硬的岩石中时,桩基的容许荷载将受混凝土的强度限制.

b. 异形截面桩作为摩擦桩不仅是借助较大的周长增加了桩的摩阻力,而且由于软土的侧压力使桩处于三向应力状态,使桩的承载力增大,此时,我们建议应用公式(2)对单桩承载力进行校核.

$$P_K = F\sigma_1 = F(R + f\sigma_3) \times 1000 \quad (2)$$

式中: P_K 为单桩极限承载力, kN; F 为桩身面积, m^2 ; σ_1, σ_3 为桩的轴向应力及侧压力, MPa; R 为桩身混凝土单轴抗压强度, MPa; f 为系数, 对于混凝土 $f = 5 \sim 6$.

c. 经现场实验发现异形截面桩的桩壁对土体的剪力在桩周范围内有部分叠加,因此降低了桩周的有效面积,计算桩的侧摩阻力时应乘以 $0.85 \sim 0.98$ 的安全系数.

d. 由于异形截面桩的侧表面积比圆形截面桩大,另外,桩周土的应力分布较复杂,因此,此类桩的负摩阻力比圆形截面桩大,计算单桩承载力时应一并考虑.

4 异形截面桩的施工及 DGZ 多功能钻机

要施工上述几种异形截面桩,采用一般的桩基机械是难以完成的,而 DGZ 系列多功能钻机则以水平轴切削刀具的组合,成功地解决了各种异形截面桩的施工问题. DGZ 多功能钻机以普通回旋钻机为主体,其主机可沿立柱上下滑动或固定于底座上,当主机固定于底座上时,可随着附件的不同而变成不

同类型的钻机使用.例如,不加附件时可以进行正循环或反循环钻进操作,装上冲击器,可实现边冲击边回旋钻进,从而对坚硬岩石层可大大提高钻进速度,降低钻具消耗;装上高压旋喷喷头、钻杆、水龙头,可进行高压旋喷钻进;装上相关附件及钻头,可作连续墙开槽使用,钻出“一”字形、“十”字形、“Π”形等异形截面桩.

当主机沿主柱上下滑动使用时,不加附件可进行正循环或反循环钻进操作,装上相关附件及钻头,可作为螺旋叶片钻机、大锅锥钻机、搅拌粉喷桩桩机、多头钻机、“一”字形连续墙开槽机、“口”字形箱式钻机使用.

DGZ 型多功能钻机在许多方面,技术上有突破性进展,应用潜力很大.其特点是可以钻出多种异形截面桩形,从而节约工程造价,且钻进速度较普通型多功能钻机高,并可适用于不同的地质条件,包括软土、岩石、卵石、砂砾石等各种地质条件.

5 结 语

异形截面桩虽然在理论上分析是可行的,并且在实际工程中得到验证,但由于目前的桩基规范中对该类桩的设计及检测没有具体说明,因此大面积推广仍需做大量的理论研究和现场试验.

参考文献:

[1] 林天健.桩基础设计指南[M].北京:中国建筑工业出版社,1999.
[2] 钱家欢.土工原理与计算[M].北京:中国水利水电出版社,1980.

(收稿日期:2002-07-16 编辑:熊水斌)

(上接第 29 页)

同时结点编号也标在了结点旁边.

c. 形成结点坐标信息后,再运行程序 2.

d. 逐个点击单元的结点,写入单元信息文件,形成单元信息.

e. 运行程序 3,生成平面网格程序并复核坐标信息单元信息的正确性.

f. 在对超单元自动剖分后,利用生成的信息绘制空间有限元网格.

4 结 语

在 AutoCAD 中利用 VBA 平台进行二次开发,可

方便地获取结点坐标信息和单元信息,使得渗流有限元前处理工作彻底地摆脱了“尺子加键盘”的方式,大大提高了工作效率,并且保证了准确性,具有一定的实用价值.

参考文献:

[1] 齐舒创造室. AutoCAD 2000 中文版高级教程[M].北京:中国水利水电出版社,2000.10~11.
[2] 毛昶熙,段祥宝,李祖貽,等.渗流数值计算与程序应用[M].南京:河海大学出版社,1999.112~113.
[3] 陈和群,彭茂宣.有限元法微机程序与图形处理[M].南京:河海大学出版社,1992.165~166.

(收稿日期:2002-03-15 编辑:熊水斌)