

螺锁式预应力混凝土方桩设计承载力不满足原因分析及处理方法

曾杰

浙江求新建筑设计有限公司

摘要:螺锁式预应力混凝土方桩由于桩身是实心混凝土、单桩承载力能力高、桩身刚度大,特别在含圆砾、卵石夹层土质时使用比钻孔灌注桩及管桩经济性好。本文以温州市某海涂地基厂区工程实例为例,螺锁式预应力混凝土方桩做单桩竖向抗压静载试验,通过对Q-S静载曲线、桩端持力层、施工时间、贯入度等数据,探讨桩基承载力不满足原因并提出不同处理方法及建议。

关键词:桩基础;方桩;承载力;桩端持力层;处理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.17.101

Cause Analysis and Treatment Method of Insufficient Bearing Capacity of Screw-lock prestressed concrete square pile

ZENG Jie

(Zhejiang Qiuxin Architectural Design Co., Ltd, Wenzhou 32500, China)

Abstract: Because the prestressed concrete square pile is solid concrete, the bearing capacity of a single pile is high, and the rigidity of the pile body is large, Especially when it is used in soil with round gravel and pebble interlayer, it is more economical than bored pile. In this paper, a case study of a factory on tiled soil in Wenzhou City was carried out to test the vertical compressive static load of single pile with screw lock type prestressed concrete square pile. Based on the data of Q-S static load curve, pile end bearing layer, construction time, penetration degree and so on, the reasons for pile foundation bearing capacity not meeting the requirements were discussed and different treatment methods and suggestions were put forward.

Keywords: piles; Square pile; bearing capacity; bearing layer of pile; treatment

引言

螺锁式预应力混凝土方桩在工厂采用先张法生产工艺加工,桩身为方形,上下节桩采用上螺下锁式螺锁式机械连接。由于桩身实心、桩身刚度大在需穿透含圆砾、卵石夹层土质时比钻孔灌注桩及管桩有经济优势,预应力混凝土方桩上下节桩通过锁扣连接,比传统的管桩需要焊接节约施工时间。

建筑桩基础作为常见的基础型式在各类工程中广泛应用,其中桩基础承载力满足设计值是保证建筑结构安全的一个重要基本条件。但在实际项目中由于地下地质条件复杂或施工工艺不正确,常常出现工程桩在做静载试验时,单桩竖向抗压承载力无法满足设计的要求。当桩基础的承载力不满足设计要求时,应首先通过地勘报告、低应变、Q-S静载曲线、现场施工记录资料分析原因并出具处理方法。

一、工程介绍

温州市某海涂地基厂区占地80亩,由4栋15-19m单层轻钢厂房组成、分两期开发,一期1#楼23.3亩,二期2-5#楼56.7亩,单栋厂房跨度主要为18m、28m、36m等。以一期1#楼为例,单栋厂房跨度主要为28m,厂房其基础均选用预应力混凝土方桩(TZ-FZ-AB500-450)+承台,结构形式门式钢架。主楼钢框架桩长50m,桩端进入④3层卵石1m,单桩竖向承载力特征值700KN,厂房内部200T龙门吊位置桩长57m,桩端进入⑤2'层卵石1m,单桩竖向承载力特征值1000KN。

二、工程地质条件

厂区地基土自上而下分为8层、各岩土层结构及特征分述如下:①0层素填土:杂色,松散,湿,主要以黏性土为主,含少量碎石,碎石呈现棱角形,母岩为凝灰岩,强~中等风化状,厚度为0.70~1.30m。②1层淤泥:黄灰色,呈流塑,压缩性高,土层厚度为3.90~6.60m。②2层淤泥:灰色,流塑,土质均匀,土层厚度为11.50~15.30m。②3层淤泥:灰色,流塑,含

少量腐植物，土质均匀，土层厚度为9.50~12.10m。
 ③1层淤泥质黏土：灰色，流塑，含少量腐植物碎屑及有机质，土质均匀，土层厚度为3.20~20.60m。
 ④3a层黏土：灰色，软塑，含少量腐殖质及半炭化物碎屑，土质均匀，土层厚度为厚度为1.00~1.80m。
 ④3层卵石：灰色，稍-中密，饱和，主要由砂、圆砾、卵石及黏性土组成，其中：卵石、圆砾呈亚圆形，母岩成份以凝灰岩为主，呈中风化状，卵石粒径一般20~40mm，局部粒径可达100mm以上，含量约占55~60%，圆砾粒径2~20mm，含量占15~20%，其余为砂及黏性土充填，颗粒分选性差，级配良好，有漏浆现象，最大揭露厚度为1.80~4.30m。
 ⑤2层黏土：灰色，软塑，含少量腐殖质及半炭化物碎屑，含少量粉砂，土质均匀，厚度为1.60~3.60m。
 ⑤2'层卵石：灰色，中密，饱和，主要由砂、圆砾、卵石及黏性土组成，其中：卵石、圆砾呈亚圆形，母岩成份以凝灰岩为主，呈中风化状，卵石粒径一般20~50mm，局部粒径可达120mm以上，含量约占55~60%，圆砾粒径2~20mm，含量占15~20%，其余为砂及黏性土充填，颗粒分选性差，级配良好，有漏浆现象，最大揭露厚度为5.00~7.70m。

三、地下水

根据地下水的水理、含水空间介质、水动力特征条件，拟建场地中地下水主要分为第四系孔隙潜水以及孔隙承压水。具体特征如下：

(一) 孔隙潜水

场地0.5m以下为孔隙潜水，水主要存于①0层素填土、②层淤泥、③1层淤泥质黏土中，其中：①0层结构

松散，均匀性差，渗透性较好；其中第一层黏土、第二层淤泥、第三层淤泥质黏土层透水性差，水量贫乏，潜水直接受大气降水入渗的补给，主要以蒸发或向低高程处径流为主要的排泄途径，潜水位随当地季节性周期变化影响较大。

(二) 孔隙承压水

主要赋存于④3层卵石和⑤2'层卵石中，含水层厚度较大，连续分布，黏粒含量较低，透水性较好，水量较丰富，主要受地层渗流补给，以人工开采、侧向迳流为主的排泄途径，非开采状态下水头变化较小，水位相对稳定。根据《2020年温州市地质环境公报》，④3层卵石承压水水头高度一般在顶板以上20~25m；⑤2'层卵石承压水水头高度一般在顶板以上25~30m。地下水基本处于稳定状态下，变化幅度较小（一般<1.00m）。

四、检测结果

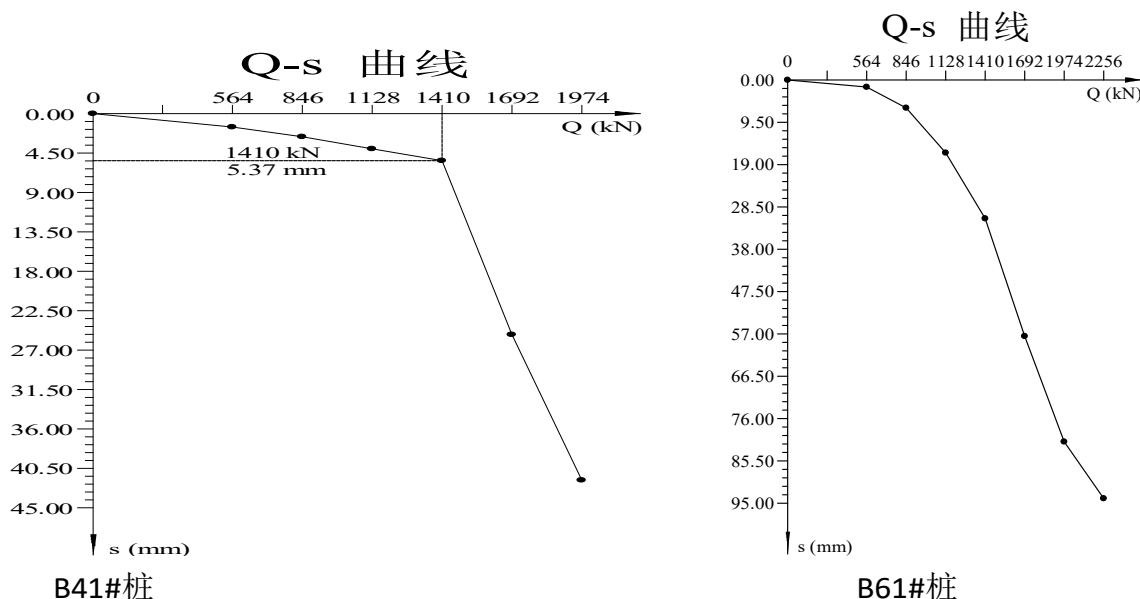
(一) 桩身完整性检测

本项目全部预制桩采用低应变检测手段进行检测，检测桩曲线均正常，桩身无明显缺项，评价为评价为I类桩。

(二) 单桩竖向承载力静载检测

主楼钢框架桩长50m，桩端进入④3层卵石1m，三根静载荷单桩竖向抗压承载力特征值均满足设计要求700KN。

厂房内部200T龙门吊位置桩长57m，桩端进入⑤2'层卵石1m，三根静载荷单桩竖向抗压承载力特征值、B20#、B41#、B61#桩单桩竖向抗压承载力特征值分别为1100、700、820KN，不满足设计要求，Q-S曲线如下：



根据试桩结果,经五方主体开会讨论,为保证桩基础的施工质量,对承载力未满足设计的试验桩B41#桩、B61#桩进行复压,当终压值达到1700kN时,B41#桩下送200mm,B61#桩下送120mm。二次复压后过10天休整期,再对B41#桩、B61#桩进行第二次单桩竖向抗压静载荷试验,静压结果为单桩抗压极限承载力分别为1750kN、1800kN。单桩承载力有部分增加但不满足设计,复压结果显示总沉降量还是超过40mm。本工程试验的单桩抗压承载力极差超过平均值的30%,据《建筑基桩检测技术规范》要求,极差超过平均值的30%时,需分析不满足原因,如不能明确时应根据规范要求按两倍试桩数量增加。

五、原因分析

(一) 未进入桩端持力层

根据施工单位锤击式预应力混凝土方桩试桩记录,本项目贯入度控制标准为最后三阵(每阵10击)70mm,对比现场阵施工记录,最后三阵的贯入度分别为180mm及230mm,远远大于设计试桩的控制标准。本项目⑤2'层卵石层有1m的起伏,施工单位未严格按照桩长和贯入度双控,都按57m配桩进行施工,到时应满足进入持力层1m要求。根据现场施工记录,对比总锤击数、最后三阵贯入度控制标准不满足设计试桩要求的全面进行复压。对部分57m桩进行复压后,经检测其中本场地仍有6根工程桩不满足承载力设计要求。

(二) 桩上浮

本工程场地经过真空预压排水及打桩过程中的场地倒渣回填,本场地还是有部分的凹凸不平,受限于场地观测条件,本场地无法直接获得后施工基桩对既有基桩标高影响的数据。从本项目复压后桩承载力情况分析,复压仍不满足单桩承载力要求,经验分析可排除基桩上浮的因素。

(三) 桩端承压水因素

本项目现场桩基施工完毕,发现6根不满足的工程桩位置,桩头每隔两天都会积水,无法抽干,判断桩端承压水影响因素。57m桩持力层为⑤2'层卵石为本场地主要承压含水层,⑤2层黏土作为相对隔水层。单桩端穿入⑤2'层卵石时,预制桩在锤击作用下,预制桩的

桩端及桩身挤压周边的土体,预制桩端各层土在锤击应力扩散的作用下产生反弹,促使桩侧土出现径向张拉裂缝,预制桩桩端土一直被挤密并伴随孔隙水压力的急剧加大,桩端土层中的承压水在压力水头和孔隙水压力联合作用下沿桩侧裂隙向上渗入,使桩体与桩侧土之间形成一层水膜。隔水膜在承压水的水头压力作用下短时间内无法消除,使得各段桩侧阻力无法发挥出来,导致桩身承载力下降不满足设计要求。

六、处理方法

对不满足的6根桩依据每个预应力混凝土方桩的静载试验结果,设计院通过借用相邻的桩进行联合承台设计、对无法借用相邻承台桩的位置进行补桩并出具设计变更等补救措施,保证了工程的安全性和可靠性。

七、结束语

通过一期的处理和经验,本项目二期2-5#楼厂房均采用50m桩长,桩端持力层进入④3层卵石1m双控,经检测单桩承载力特征值均能满足设计要求。

设计单位应按本地区土质的实际条件和承压水情况合理采用桩长及持力层。施工单位在施工时,应控制好打桩速度,尽量减少打桩中对土体的扰动,注意对预制桩进行桩长和贯入度双控,做好现场的施工记录。

设计阶段需考虑桩端持力层承压水情况,预制桩打人穿透相对隔水层进入承压含水层,由于桩侧应力松弛形成径向张裂缝,承压水在超孔隙水压力以及水头压力的双向作用下,承压水会沿桩四周向上缓慢渗流,最终导致土体的摩阻力降低,使得桩承载力不满足设计要求。

参考文献

- [1] 建筑地基基础设计规范: GB50007-2011[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [2] 刘金波, 李文平, 刘民易等. 建筑地基基础设计禁忌及实例[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [3] 徐至钧, 李智宇. 预应力混凝土管桩基础设计与施工[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [4] 建筑桩基技术规范: JGJ94-2008[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.

作者简介: 曾杰(1989-), 男, 汉, 温州, 本科, 工程师, 目前从事建筑结构设计。