

# 岩溶地区静压预应力管桩施工技术措施

李哲辉<sup>1</sup> 肖濠坚<sup>2</sup> 倪国平<sup>3</sup>

(1、广东省基础工程公司 广州 510620; 2、汕头市建筑工程安装公司 广东汕头 515300;

3、广州富力地产股份有限公司 广州 510055)

**摘要:**结合岩溶地区某工程静压预应力管桩的施工实践,介绍了岩溶地区静压预应力管桩的施工处理方法,对同类工程的施工可起到参考作用。

**关键词:**岩溶地区; 静压预应力管桩; 注浆

## 1 前言

岩溶地区的建筑物通常采用冲孔灌注桩基础,但有时因楼层较低、单桩承载力小或施工工期限制等原因,实际工程中会有部分采用静压预应力管桩来替代冲孔灌注桩。但由于岩溶地区地质条件一般较复杂,岩面起伏变化大,因此给静压预应力管桩施工带来了不少困难,而且施工中还可能发生断桩事故。以下介绍某静压预应力管桩工程在试桩失败后进行设计改进和注浆加固施工的过程,供同行参考。

## 2 工程概况

某大型住宅小区占地约 500 亩,地处于岩溶发育地区,其中会所为地下 1 层,地上 4 层,采用框架结构,基础为静压预应力管桩,桩型及规格为 AB 型 $\phi$ 500 $\times$ 100。在静压预应力管桩施工前,对每个桩承台都进行了地质勘探,并根据地质资料确定配桩长度。

根据工程地质资料,本场地地貌属冲积平地,岩土层自上而下分别为:杂填土层:厚约 1.5m;淤泥及淤泥质土层:厚约 1.6m;粉细砂层:厚约 4.4m;中粗砂层:厚约 3.4m;粉质粘土层:厚约 7.1m;微风化石灰岩层,夹多处溶洞。

最初按照设计初步确定的静压预应力管桩设计终压力 3500kN 进行试桩,共试桩 15 根,断桩 9 根,断桩率达 60%;后来根据试桩过程的压力曲线调整管桩设计终压力为 2000kN,再次试桩共 13 根,断桩 7 根,断桩率为 54%;再将管桩设计终压力值调低至 1500kN,共试桩 3 根,没有发生断桩,由此可得出该部分地基静压预应力管桩承载力约 1500~2000kN。

根据静压预应力管桩试桩时断桩较多的状况,同时为了提高管桩的成功率并改良地基土,我们根据现场实际条件采取以下的改进措施,即在对地基土进行注浆加固的同时将设计终压力值适当调低。

## 3 断桩原因分析及施工措施

### 3.1 断桩原因分析

当静压预应力管桩压至岩面时,由于岩面起伏不平,使管桩沿岩面下滑倾斜,上部土层又无一定强度箍固管桩,或预应力管桩压穿岩石第一层顶板后进入溶洞,洞内无充填物或充填物强度小而使桩端持力层强度突变等,都是造成断桩的直接原因。

### 3.2 施工措施

鉴于上述原因,我们决定采取袖阀管和双液注浆相结合的方法进行承台地基处理,注浆的目的是对岩溶地基特别是岩面进行改良加固,增大桩侧摩擦力及桩尖端承载力来提高桩的综合承载力,同时通过改变桩尖与土层接触面的不均匀性来减少断桩率。此外,注浆能使土(溶)洞的空洞部分得到充填密实,充填物能固结并具有一定强度,从而切断土(溶)洞与地下水的联系而使其不再发展。通过改良土的压缩性,将高压缩性土体改良为中压缩性土体,使处理后的土体与周边土层的强度具有一定的均匀性,以便协同受力。

## 4 注浆加固施工

### 4.1 桩承台试验

选择断桩率较高或地质条件较复杂的桩承台进行试验,先对承台进行注浆加固处理,然后再进行试

桩,共选取3个试验承台,其中一个为五桩承台,共试桩3根,全部为断桩;另两个承台地质条件较复杂,其工程地质特征如下:①基岩面上覆土层较软,标贯击数低,分布有不良地质的承台;②基岩面起伏变化大,岩面高低不一,且岩石上部普遍存在局部溶蚀现象;③基岩中溶洞发育,溶洞顶板较薄,下部有串珠状溶洞分布的承台。

注浆液配合比为水泥:水=1:1(重量比),增大水玻璃用量,为浆液用量的40%(重量比)。

注浆孔浆液有效半径控制为约2m,注浆压力为2~3MPa,采用间歇定量分序注浆法,特别在溶洞顶部和底部附近适当加大注浆量。

#### 4.2 试桩结果

在完成试验承台注浆加固后7d即开始该部分承台的静压预应力管桩施工,同时调低设计终压力为2500kN,共11根桩均完好,断桩率为0。

### 5 结束语

由于在发生断桩较多和地质条件较复杂的承台进行注浆加固处理后试桩结果明显改善,于是对未进行静压预应力管桩施工的承台进行注浆加固,并在完成注浆后即按设计终压力2500kN进行静压预应力管桩施工,共施工218根,只有7根断桩,断桩率为3%;部分设计终压力分别为1800,1400kN,断桩率均为0。

由此可得出一下结论,即该部分地基静压预应力管桩的综合承载力约2500kN,即在岩溶地区通过对地基进行注浆加固可以增大桩侧摩擦力及桩的端承力,从而提高静压预应力管桩的综合承载力,同时通过改变桩尖与土层接触面的不均匀性来降低断桩率而提高管桩施工的成功率。

在对岩溶基础进行注浆加固后,本工程静压预应力管桩的桩基承载力由原先低于2000kN提高至2500kN,大大提高了管桩在岩溶地区施工的成功率。

根据试验桩承台的桩压力曲线(如图1)及断桩统计分析,可得出以下结论:

(1) 静压预应力管桩进入砂层或岩面时承载

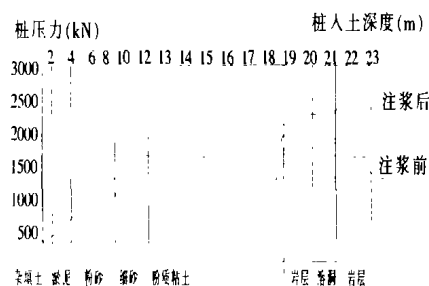


图1 试验桩压力曲线

力增长较快,由此可知管桩在砂层和岩层中侧摩擦力或桩端承载力得到较快增长。

(2) 当静压预应力管桩压至基岩岩面或穿过岩层进入溶洞时较易发生断桩,由此可知基岩岩面的起伏不平或桩尖持力层强度突变是造成断桩的主要因素。

(3) 注浆前的桩基承载力曲线在地质分层界面或断桩位发生突变,而注浆后的桩基承载力曲线则平稳增长。

(上接第28页)

② 架空通风屋面:除靠架空面层阻隔太阳辐射热外,主要利用间层内流动的空气带走部分热量。

③ 含水多孔屋面层:一般采用加气混凝土块等固体建筑材料,厚度 $\geq 100\text{mm}$ 。

④ 蓄水屋面:由于水的比热大(4.186kJ/kg.k),且每蒸发1kg水能带走2428kJ的热量,因此在平屋顶上蓄水达到一定厚度可取得良好的隔热效果。当采用蓄水屋面时,要求蓄水深度 $\geq 200\text{mm}$ ,水面种植浮生植物或浅色飘浮物,每个蓄水区边长 $\leq 10\text{m}$ ,在变形缝两侧分成2个互不连通的蓄水区,若蓄水屋面长度 $\geq 40\text{m}$ ,则应设置横向伸缩缝。

⑤ 有土或无土种植屋面:利用植物的光合作用和叶面的蒸腾作用,以及对太阳辐射热的阻挡作用,减少太阳辐射热对屋面的影响,此外土层也具有一

定蓄热能力,并能保持一定水分,通过水的蒸发吸热提高隔热效果,由于屋面外表面温度昼夜变化不大,加上外表面长期处于湿润条件下,保护了结构层和防水层,减少了因较大温度应力引起的开裂现象,同时在美化环境和调节小气候、净化空气等方面也具有很大的优势。

⑥ 在屋面遮阳和屋顶内设置贴铝箔的封闭空气间层等。

建筑节能设计关系到国家资源战略,有利于改善人们生活和工作环境,减轻大气污染和温室气体的排放。

#### 参 考 文 献

- 1 JGJ 75-2003 夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准
- 2 柳孝图主编. 建筑物理