

(3) 桩基静载试验 12 组,其中素填土区域 2 根,煤渣回填土区域 4 根。玻璃陶瓷回填土区域 3 根,黑色淤泥质土区域 2 根。检测结果表明,桩基沉降量最大值为 5 mm,复合地基承载力不小于 140 kPa,满足设计要求。

(江苏省扬州市桩基公司 龚文宏, 徐龙祥 225002)

## 粉喷桩处理地基中应注意的几个问题

### 1 粉喷桩不是桩基

粉喷桩可以称为“基桩”,但与桩基中的“基桩”并不完全一样。二者的具体区别如下。

(1) 材料不同。粉喷桩由胶凝材料与原状土和天然水硬结形成,其中不参加粗细骨料。

(2) 强度不同。由于组成材料的区别,粉喷桩强度较低。

(3) 承载性状不同。桩基中的桩为刚性桩,直接承受建筑物主体结构荷载。粉喷桩在受压时产生一定的(压缩)变形,因而属塑性桩,与桩间土共同通过建筑物基础间接承受主体结构荷载。

(4) 单桩承载力的决定因素不同。决定粉喷桩承载力的因素除土对桩的支撑力外,还有桩身强度。

(5) 确定标准强度试件的龄期不同。混凝土桩一般采用 28 d 龄期的试件强度,粉喷桩标准强度则采用 90 d 龄期的试件强度。

### 2 复合地基中的土不可忽视

粉喷桩作为地基中的一部分,与地基土组成复合地基共同承担上部荷载。这就要求设计和检测中不能忽视复合地基中的土。某地 2 幢宿舍楼工程,设计人员将粉喷桩处理复合地基作为桩基设计,采用梁式基础,桩间土未发挥作用,致使楼房产生较大程度的不均匀沉降,结构多处出现明显裂缝。对粉喷桩处理地基进行效果检测时,同样应进行复合地基承载力静载检验,而不能仅作单桩承载力检测。

### 3 应区别对待复合地基承载力

复合地基承载力一般根据单桩和桩间土承载力之和来确定。值得注意的是,复合地基承载力并不是单桩与土承载力简单的相加,而应根据桩所处地层土质情况区别对待。当桩身和桩底处于较好土层时,复合地基在一定荷载下沉降较小,粉喷桩承担大部分荷载,由于可压缩性大,桩间土只能发挥部分承载力。反之,当粉喷桩处于软弱地层中,地基沉降量大,桩间土能充分发挥其承载力。

### 4 复合地基承载力与桩间距的关系

有的同一单位工程中,地质均匀,设计粉喷桩类型规格相同,但桩间距不同,而设计承载力却只有一个数值。显而易见,桩间距不同,同面积下的桩数也就不同,其复合地基承载力也不同。但并非桩间距不同,复合地基承载力就不一样。若地质条件有差别,要取得相同的承载力,处于较弱地基的粉喷桩间距应相对减小。另外,同一单位工程中,尽管粉喷桩和地质条件相同,根据上部荷载的区别设计不同桩距,也是可行的,只是设计图纸中应对不同桩间距的复合地基分别提出承载力设计值,或对某一种桩间距的复合地基提出承载力设计值,以便于检测。对这种地基,更有必要分别进行单桩和复合地基检测,根据两者的检验结果换算出地基土和不同桩间距的复合地基的承载力。

### 5 配重支墙或支墩与试桩间距不必在 2 m 以上

《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-94)中规定试桩与锚桩的间距应在 2 m 以上。配重支墙或支墩与试桩的间距是否亦应符合这一规定?其实不必。由于锚桩在检测中受拔,与试桩及其周围地基的实际受力方向相反,为不影响受检基桩,所以规定一个最小间距。对于一般工程,粉喷桩复合地基在工程中实际是整体同时受压,亦即承载力检测时,被测点和周围地基均受压。由于周围地基受压,对测点相对产生一定的侧限应力,能提高测点原状地基的承载力。类似桩基工程中的群桩效应,检测

复合地基的压板越大,越接近地基实际受力状况,实测承载力就越精确、越真实。而配重支墙或支墩对地基的作用力和地基实际受力的方向一致,因此,支墙或支墩与试桩的间距不必强求在 2 m 以上,只要留出一定的操作空间即可。

(山东省菏泽市建委 谢瑞祥 274012)

## 高层建筑岩溶地基的一种处理方法

北京石景山鲁谷小区高层住宅,建筑面积 18 000 m<sup>2</sup>,混凝土剪力墙结构,地下 2 层,地上 19 层,采用灌注桩基础,底板厚 1.30 m,地下室外墙 250 mm 厚,为 C 50、P 8 抗渗混凝土。灌注桩采用人工挖孔,部分桩孔挖至自然地面下 2~3 m 左右时,遇岩石层(原勘探时未发现)。触探发现岩石层分布面较大,且深浅无规则。

大开挖后发现整个持力层均为形状各异的岩溶群,位于燕山山沟的延伸沟上,山沟的岩石群受水的浸蚀形成形状各异的岩石群。

### 1 地基处理方案选择

(1) 方案一:全部削平,需要去除 13 500 m<sup>3</sup> 岩石。该方案的优点是加深基础,可设计三层地下室,增设一个整层人防层,建筑物稳定性较好,抗震能力加强,缺点是费用多,约耗资 350 万元,工期延长 50 d。

(2) 方案二:维持原有设计,将灌注桩改为地下框架,桩头处岩石表面凿平,底板(承台)下的架空部分用毛石混凝土填满。该方案的优点是对整幢房屋的结构设计可不作大的调整,缺点是施工较复杂,桩头处岩石表面难以处理,且桩的稳定性较差,费用约 200 万元,工期延长 40 d。

(3) 方案三:将岩石削平至底板底下 1.50 m 处,再用灰土回填至底板下 0.15 m 处。该方案的优点是回填简单方便;缺点是灰土、岩石的强度刚度悬殊太大,软硬度差别也较大,在建筑物荷载作用下灰土部分变形大而岩石

无变形,岩石群像一组分布不规则的暗支座支撑着底板,底板受力不均匀,沉降也不均匀,易造成建筑物开裂,且稳定性差,会直接影响建筑物使用寿命。

(4) 方案四:将基础底板底标高设在自然地面下 5.80 m(设计标高 -6.400 m)处,岩石削平至底板底下 1.50 m 处,所有岩石间土及风化层全部清除,距地表深者达 17 m 多,浅者也有 2 m,大部分岩石顶距地面约 3 m。该方案的优点是地基处理施工方便,工程量小,工期短,费用仅 100 万元,且地基硬度均匀,刚度、强度、稳定性好,可减小底板厚度(由原 1.30 m 减为 0.80 m),建筑物稳定性好,地上可增加二层标准层,缺点是清理的难度大。

经测算,将岩石削平至底板底下 1.50 m 处(设计标高 -7.900 m),削平岩石、清土、清风化石及填毛石所用的费用总和最为经济。因此选定方案四。用毛石混凝土填充至设计标高 -6.450 m 处,表面原浆收光。

## 2 地基处理施工

### 2.1 清理

采用人工挖土至最深处 -13.000 m,土清理完后,对岩石风化层和截面最小尺寸小于 1 m 的各种形状岩石全部剔除,再修平表面,所有岩石尖顶一律削平至基础底板下 1 500 mm 处(即设计标高 -7.900 m 处)。

### 2.2 填充

采用毛石混凝土为填充材料,厚 500 mm 为一层分层浇筑,C20 混凝土,采用强度等级 32.5 矿渣水泥拌制,掺粒径 150~250 mm 的立方体毛石,掺量不大于混凝土体积的 30%。混凝土中加 UEA 低碱微膨胀剂,掺量控制在水泥用量的 6% 以内。掺毛石的目的是减少混凝土收缩和长期徐变,减少水化热和温度变形,使混凝土与岩石紧密接触,形成一体。掺 UEA 低碱微膨胀剂的目的是补偿混凝土初期收缩,避免混凝土与岩石间出现微裂缝。

C20 毛石混凝土填充至设计标高 -6.450 m 处,表面搓平。原浆收光作为防水层的基层面,采用 SBS 作防水层,50 mm 厚细石混凝土作防水保护层。

万方数据

## 2.3 加强措施

在底板四周布 4 根截面边长 1 000 mm 的暗柱,主筋为 16 $\Phi$ 25,箍筋 $\Phi$ 10@200,地基内暗柱部分混凝土与地基毛石混凝土相同,暗柱主筋锚入底板,长度为主筋直径的 45 倍,垂直锚入深度不小于 1.50 m(图 1)。

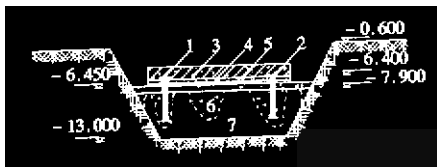


图 1 基础地基剖面示意图

1-暗柱主筋 16 $\Phi$ 25; 2-暗柱箍筋 $\Phi$ 10;  
3-800 mm 厚基础底板; 4-50 mm 厚细  
石混凝土保护层; 5-SBS 防水层; 6-毛  
石混凝土; 7-岩石

## 2.4 底板作法

底板由原 1.30 m 厚减小为 0.80 m,C50、P8 抗渗混凝土改为 C40、P8 抗渗混凝土, $\Phi$ 25@150 双向三层钢筋改为 $\Phi$ 25@150 双向两层钢筋,筏板基础改为箱形基础。

## 3 注意事项

(1) 岩石上的风化层应清理干净,并做好检验记录。

(2) 混凝土须分层捣实,一般每层厚 500 mm,最厚不得超过 800 mm,并覆盖养护。

(3) 毛石粒径应适当,不能用风化的毛石,其表面风化层要剔凿干净,不得有土污染。

(4) 毛石掺量要严格控制(为毛石混凝土体积的 30% $\pm$ 5%),且分布要均匀。

(5) 要严格控制 UEA 低碱微膨胀剂的掺量,掺量为水泥用量的 4%~6%。

(6) 各部分标高要严格控制。

\* \* \*

采用上述方法处理地基后,基础稳定性好,强度高、刚度及抗渗性能也较好,该工程由原 18 层增至 19 层,单位工程质量优良,竣工至今已 4 年,未发现裂缝、渗漏等现象。

(江苏南通三建集团公司,姜雪岐,  
姜博昱,226100)

## 粉喷桩在加固粉煤灰软地基中的几点作法

淮南市污水处理厂是一座设计日处理 30 万 t 的大型污水处理厂,位于淮河岸边高漫滩地带。该地原为电厂的灰场,粉煤灰厚达 7~12 m,含水率 63.4%,地基强度低,变形量大,采用机械强夯等常规方法进行加固比较困难,且费用高,经论证决定采用粉喷桩加固地基。

### 1 场地地质情况

钻孔勘察查明了场地范围内各土层情况如下。

①素填土,以粘性土为主,厚 0~8 m,场内局部分布,为筑堤坝填土。②粉煤灰,全场分布,除堤坝边较薄外,其他部位均较厚,一般在 9~12 m,呈松散或半松散状,含水率随季节变化明显, $f_k = 55 \sim 75$  kPa, $\rho = 1.335$  t/m<sup>3</sup>。③粘土层,场区内大部分存在,为黄褐色或褐黄色,厚 0~5.6 m,硬塑,含少量锰结核和钙结构, $f_k = 240$  kPa。④粉质粘土层,为灰黄~褐黄色,可塑,局部夹薄层粉土,含少量铁锰结构,厚 0~4 m。

区内主要含水层为粉煤灰层与底部粉土层。粉煤灰中的地下水为上层滞水,粉土中的地下水为潜水,并具有弱承压性,地下水位主要受自然降水和电厂排放废水的影响。

### 2 粉喷桩技术参数

根据上述土层的地质水文条件与力学性能,采用粉喷桩直径为 500 mm,桩长视粉煤灰厚度而定(一般为 9~12 m),桩底深入土层 0.5 m,固化剂采用强度等级 32.5 矿渣水泥,桩体喷灰量每延长米不得小于 60 kg,桩体的无侧限抗压强度  $p_u$  大于 1 300 kPa。复合地基置换率为地基范围的 15%,桩按梅花形布置,间距除局部为 0.8 m 外,其余均为 1.0 m。在正式施工前应做粉喷桩单桩承载力试验,以便验证设计。

### 3 在粉煤灰软土地基中施工粉喷桩的注意事项

(1) 成桩时先用粉喷桩机在桩位钻孔至设计深度处(钻速 0.57~0.97